

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра технічної кібернетики

«На правах рукопису»  
УДК 004.042

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ І.Р. Пархомей  
(підпис)

“    ” \_\_\_\_\_ 2018 р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»

на тему: \_\_\_\_\_ Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху

Виконав: студент другого курсу, групи ІК-72мп  
(шифр групи)

\_\_\_\_\_ Генча Максим Едуардович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., доцент Лісовиченко О.І. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2018 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра технічної кібернетики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 126 «Інформаційні системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ І.Р. Пархомей  
(підпис)

«31» \_\_\_\_\_ жовтня \_\_\_\_\_ 2017 р.

**ЗАВДАННЯ  
на магістерську дисертацію студенту**

Генчі Максиму Едуардовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху», \_\_\_\_\_

науковий керівник дисертації Лісовиченко О.І., к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018 р. № 4112-с

2. Термін подання студентом дисертації \_\_\_\_\_ 10 грудня 2018 \_\_\_\_\_

3. Об'єкт дослідження – процес спілкування дітей з вадами слуху.

4. Предмет дослідження – засоби та підходи до спілкування дітей з вадами слуху.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити – аналіз проблеми та існуючих рішень; аналіз і реалізація моделі; розробка програмного забезпечення; дослідження ефективності розробленого програмного забезпечення.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу – шість плакатів

7. Орієнтовний перелік публікацій – одна публікація

## 8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз предметної області	11.09.2018 р.	
2	Постановка задачі	12.09.2018 р.	
3	Аналіз інформаційного забезпечення	19.09.2018 р.	
5	Аналіз алгоритмічного забезпечення	24.09.2018 р.	
6	Розробка алгоритмічного забезпечення	16.10.2018 р.	
7	Розробка програмного забезпечення	06.11.2018 р.	
8	Маркетинговий аналіз стартап-проекту	11.11.2018 р.	
9	Висновки	15.11.2018 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Генча М.Е..

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_

(підпис)

Лісовиченко О.І..

(ініціали, прізвище)

## АНОТАЦІЯ

У роботі розглянуто проблему спілкування дітей з вадами слуху.

В розділі проблематики було розглянуто важливість спілкування в процесі навчання та соціального життя дітей із вадами слуху.

Розділ аналізу підходів до розпізнавання мови присвячений опису існуючих методів розпізнавання мовлення, а також опису існуючих інструментів для вирішення проблеми спілкування дітей з вадами слуху.

У розділі вибору технологій розробки розглянуто різні інструменти для розробки рівня даних, прикладного рівня та рівня представлення та зв'язку між ними. Також визначено архітектуру додатку, розроблено схему бази даних та вимоги до системи.

Розділ керівництво користувачу описує процес взаємодії користувачів з системою.

В розділі маркетингового аналізу стартап-проекту проаналізовано поточну ситуацію на ринку, розроблено стратегії та маркетингові плани для впровадження даного рішення.

Ключові слова: розпізнавання мовлення, адаптивна система спілкування, українська мова жестів.

Розмір пояснювальної записки – 104 аркуші, містить 46 ілюстрацій, 32 таблиці, 7 додатків.



## ABSTRACT

Diploma project examines the problem of communication of children with hearing impairments.

The definition of the problem section describes importance of communication in the learning process and social life of hearing impaired children.

The section of the analysis of speech recognition approaches describes the existing methods of speech recognition, as well as existing tools for resolving the problem of hearing impaired children communication.

The choosing developing tool section various tools section describes existing developing tools for level of data, application level and presentation level and communication between them. Also the architecture of application was defined, and database schema with system requirements are developed in this section.

The user manual section describes the process of interaction between users and system.

In the marketing analysis section, the current situation on the market was analyzed, strategies and marketing plans for the implementation of this solution were developed.

Keywords: speech recognition, adaptive communication system, Ukrainian sign language.

Explanatory note size – 104 pages, contains 46 illustrations, 32 tables, 7 applications.

**Пояснювальна записка  
до магістерської дисертації**

на тему: *Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху*

Київ – 2018 року

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень .....	5
Вступ.....	6
1. Проблематика .....	7
1.1. Дослідження в Америці.....	7
1.2. Дослідження в Радянському Союзі.....	8
1.3. Підходи до навчання слабочуючих дітей.....	12
1.3.1. Усно-звуковий підхід.....	13
1.3.2. Повна комунікація.....	16
1.3.3. Білінгвічний підхід.....	16
1.4. Постановка задачі .....	17
Висновки до розділу .....	18
2. Аналіз підходів для розпізнавання мови .....	19
2.1. Етап аналізу .....	20
2.2. Етап виокремлення особливостей.....	21
2.3. Етап моделювання .....	24
2.3.1. Акустично-фонетичний підхід.....	25
2.3.2. Розпізнавання моделей .....	25
2.3.3. Розпізнавання прикладів.....	26
2.3.4. Динамічна трансформація часової шкали.....	27
2.3.5. База знань .....	28
2.3.6. Статистичний підхід .....	28
2.3.7. Підходи, базовані на навчанні.....	30
2.3.8. Штучний інтелект.....	30

2.3.9. Стохастичних підхід .....	31
2.4. Методи співставлення .....	32
2.4.1. Повна відповідність слова .....	32
2.4.2. Співпадіння частин слова .....	32
2.5. Опис існуючих інструментів .....	32
2.5.1. Spread the sign .....	32
2.5.2. ProDeaf.....	34
2.5.3. Surdophone.....	39
2.5.4. iCommunicator .....	42
2.5.5. Порівняння існуючих рішень .....	44
Висновки до розділу .....	45
3. Вибір технологій розробки та вимог до апаратного забезпечення.....	46
3.1. Запропонована система .....	46
3.1.1. Опис процесу діяльності користувача «Учень» .....	46
3.1.2. Опис процесу діяльності користувача «Учитель» .....	47
3.2. Трирівнева архітектура додатку.....	47
3.2.1. Рівень даних .....	50
3.2.2. Прикладний рівень .....	53
3.2.3. Рівень представлення .....	60
3.3. RESTful API.....	64
3.3.1. Клієнт-сервер .....	64
3.3.2. Відсутність стану.....	65
3.3.3. Кешування.....	65
3.3.4. Уніфікований інтерфейс .....	66
3.3.5. Багаторівнева система.....	66

3.3.6. Код по вимозі .....	66
3.4. Структура бази даних .....	67
3.5. Вимоги до машини користувача .....	70
Висновки до розділу .....	71
4. Керівництво користувачу .....	72
4.1. Керівництво для користувача «Учень» .....	72
4.2. Керівництво для користувача «Учитель» .....	76
4.3. Висновки до розділу .....	78
5. Маркетинговий аналіз стартап-проекту .....	79
5.1. Опис ідеї проекту .....	79
5.2. Технологічний аудит ідеї проекту .....	81
5.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту .....	82
5.4. Розроблення ринкової стратегії проекту .....	89
5.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту .....	91
5.6. Висновки до розділу .....	94
Загальні висновки .....	95
Перелік використаних джерел .....	96
Додатки .....	97

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

**АОК** – аналіз основних компонент;

**ДТЧШ** – динамічна трансформація часової шкали;

**ВК** – векторне квантування;

**ПММ** – приховані моделі Маркова;

**НВК** – навчання векторним квантуванням;

**ОС** – операційна система;

**API** (application programming interface) - прикладний програмний інтерфейс.

## ВСТУП

Сурдопедагогіка має дуже довгий шлях формування. Суспільство завжди старалось не виділяти людей з вадами слуху з поміж інших, а навпаки – пізнати потреби цих людей та максимально їх задовольнити. Багато вчених, педагогів, активістів та політичних діячів прикладали значних зусиль аби створити належні умови для їх існування як повноцінних громадян держави. Саме здобутки минулих років дали поштовх для розвитку сучасної сурдопедагогіки та розуміння проблематики глухих людей. Цінним досвідом ми завдячуємо педагогам, які підняли важливе питання соціалізації людей з вадами слуху, дати їм належну освіту, працевлаштування, особистісний розвиток та право бути невід’ємною частиною соціуму. При цьому неабиякою потребою є навик спілкування, так як він допомагає значно швидше адаптуватися в соціумі, почувати себе впевненіше, діти які спілкуються з однолітками, як правило, швидше розвиваються.

Сьогодні, коли майже кожен має персональний комп’ютер або смартфон та доступ до мережі Інтернет, існує можливість полегшити процес спілкування із слабочуючими та глухими дітьми, а також певним чином розширити зону комунікації, не обмежуючись спеціалізованими закладами та присутністю спеціаліста.

## 1. ПРОБЛЕМАТИКА

Навчання дітей з вадами слуху практикується уже довгий час. У 1520 році, працюючи з глухими студентами, іспанський монах з ім'ям Педро Понсе де Леон створив один з оригінальних ручних алфавітів, а в 1550 році італійський лікар Геронімо Кардано зробив висновок, що вміння чути не є обов'язковим для навчання, і використовував свої методи навчання для виховання його власного глухого сина.

Викладання мови для людей з вадами слуху бере свій початок у 1550 р., а перший опублікований підхід до освіти слабочуючих був зафіксований у 1620 р. у роботі Хуана Пабло Мартіна Боне. Перша школа для дітей із вадами слуху у світі була заснована в Парижі в 1762 р.. Одночасно була введена та використовувалась як навчальний інструмент у шкільному навчальному плані базова форма мови жестів.

Ранні європейські методи були доставлені до новоствореної Америки, і завдяки роботі Томаса Хопкінса Галлаудета, Американська школа для глухих була створена в 1817 році. Подібні школи з'явилися по всій країні, включаючи школу, засновану Олександром Грехом Беллом, який твердо вірив у те, що глухі особи можуть і повинні навчатися говорити. Його погляди були направлені проти мови жестів та заохочували усне виховання для всіх студентів.

Проект Закону "Про освіту всіх дітей з обмеженими можливостями" в 1975 році забезпечив рівноправність суспільної освіти всім студентам, незалежно від вад слуху, а також створення кохлеарних імплантатів та цифрових слухових апаратів у 1980-х роках, відкривав нові двері для студентів з вадами слуху.

Розглянемо підходи та дослідження в Америці та ті, що існували в Радянському Союзі.

### 1.1. Дослідження в Америці

Багато років популярним припущенням в освіті було те, що учні із вадами слуху, навчаються так само, як і звичайні, з різницею лише в тому що вони просто нечують. Але дослідження в Національному технічному інституті для глухих



(RIT's National Technical Institute for the Deaf) суперечать переконанню, а це, в свою чергу, означає, що необхідно змінювати підхід до навчання дітей з вадами слуху.

Під час дослідження центру тисячі студентів з вадами слуху - від дітей у віці до п'яти до студентів коледжу - пройшли тестування в Австралії, Нідерландах, Англії, Шотландії та в кампусі RIT в Рочестері, Нью-Йорці. Було визначено як вони набувають нових знань, як організований процес пізнання та спілкування. Дослідження включало все від відстеження рухів очей та виконання завдань пам'яті, до участі в експериментальних "класах", де навчали викладачі із вадами слуху та без них [1].

Для слуху дітей постійно надходить інформація з фонових шумів, обговорень навколо, навіть слів, які чутно на телебаченні. Глухі діти можуть не мають таких же можливостей навчатися через слух, але вони мають інші можливості.

Останні дослідження показують, що:

- Слабочуючі студенти, з якими батьки часто спілкуються з раннього віку мають більші успіхи в навчанні.
- Діти, які володіють мовою жестів зазвичай перевершують тих, хто знає її в період ранніх шкільних років.
- Ранні лінгвістичні навички (як природної мови, так і мови жестів) корелюються з навичками читання, без доказів того, що одна з них є обов'язково кращою за іншу.
- Більшість проблем слабочуючих учнів із читанням відображені в складностях розуміння мови жестів.
- Діти із вадами слуху при вступу до школи часто мають відставання від чуючих в знанню світу, розумінню чисел, логічних задач, а не лише в мові.
- Слабочуючі учні не завжди навчаються та думають в той самий спосіб, що і чуючі діти.

## 1.2. Дослідження в Радянському Союзі

В Радянському Союзі існувала складна освітня система навчально-виховних закладів для глухих дітей ясельного, дошкільного, шкільного віку, а також для

дорослих. Ця система доповнювалась сімейним вихованням, часто індивідуальними заняттями зі спеціалістами. В межах цих закладів діяли навчальні плани, підходи, програми, методи, які сформувались протягом тривалого часу та є результатом плідної праці багатьох радянських вчених (Басова, et al., 1984). Успішні результати навчання дітей з вадами слуху насамперед були обумовлені раннім початком навчання, формуванням мовлення, на основі поєднання різних його видів: усного, письмового, дактильного, а також жестів, інтенсивним розвитком основного слуху, застосування тогочасної звукозаписної техніки, які допомагали розвинути слух, та максимально приховати слуховий дефект за рахунок зору та відбодактильного відчуття. Створена у Радянському Союзі система допомогла багатьом глухим та слабочуючим людям увійти до повноцінного суспільства. Саме підходи і методи радянських вчених дали змогу інтегрувати та здобути повноцінне життя в соціумі. Однак, варто зазначити, що ця система не була створена насамперед для глухих від народження, а й для людей, які втратили слух у ранньому віці, так і не навчившись говорити, але і в більшій мірі для тих, хто втратив слух будучи вже дорослим.

В Радянському Союзі закріпились зарубіжні напрями сурдопедагогіки, які міцно закріпились у освітній завданнях школи, пов'язані з переглядом самої методики початкового навчання глухих, що розвивались лише з метою навчання письму, передачі та отримання інформації на основі читання по губам, а також стимулювання залишків основного слуху, що на той час вважались вже застарілими. В цей період можна було виокремити чотири нових підходи до розвитку системи навчання глухих, об'єднаних під назвою «чистий усний метод». Ці підходи мали на меті навчити глухих дітей спілкуватись зі здоровими людьми в повсякденному житті, роботі та дати їм елементарну освіту:

- Перший напрям – аналітичне традиційне навчання звукам мовлення по системі «чистий усний метод», що передбачав навчання усному мовленню на зорово-кінестетичній основі.
- Другий підхід – був направлений на первинне опанування письма.

- Третій – акустичний напрямок, де при навчанні глухих дітей використовувався залишковий слух глухих та остаточний слух слабочуючих дітей.
- Четвертий підхід був пов'язаний зі застосуванням «ручних» засобів – дактилології та жестикулювання з обов'язковою практикою усного мовлення.

Велика увага приділялась насамперед на ранніх етапах навчання. Підхід «чистого усного методу» передбачав опанування цілих слів та фраз ще на початку дитячого лепету та спроби дитини говорити з присутніми поруч, а от робота над окремими звуками проводилась лише в окремих випадках. Велике зацікавлення викликав підхід, розроблений педагогом К. Малишем, який використовувався на ранній етапах навчання дітей із вадами слуху. Він поділявся на два етапи: підготовчі вправи та безпосереднє навчання мовленню.

Перший етап був тісно пов'язаний з ігровою діяльністю дитини та практикою рухів повсякденності. Так, наприклад, діти вітались з ляльками, подавали руку, вклонялись та ін. Також вчений практикував застосування ілюстрацій з рухами людей, пропонував діяльність з натуральними природними матеріалами (піском, крупами, листками тощо). Для фізичного розвитку дітей, педагог пропонував прогулянки, відвідування громадських місць, де діти могли самостійно щось купувати, питати, проявляти емоції – це максимально наближувало дітей до реального життя з повноцінними громадянами. З метою розвитку усного мовлення (звукового сприйняття), вчитель пропонував учням задування свічки, здування паперових квадратиків, пускання мильних бульбашок тощо. Всі ці вправи можна було розглядати як систему тренування дихання, що підготовлювала дітей до правильної вимови. Такі самі вправи були на розвиток дикції та гучності голосу. З часом підхід «чистого усного методу» піддався критиці на Лондонському (1925) та Бреславському (1933) конгресах, де його було названо нефункціональним.

Іншим зарубіжним підходом до навчання глухих дітей, що тривалий час був поширений в Радянському Союзі – це підхід застосування письма на первинному етапі навчання, розроблений К. Гепфертом. Він пояснював, що опанування слів

глухими дітками насамперед впливає з навчання письму. Що стосується розумового розвитку, автор підходу не співставляв його з письмом, а безпосередньо з усним мовленням. На основі простежень за здоровою дитиною, Гепферт запропонував змінити послідовність навчання мовлення в глухих, наперед виділяючи письмо, а не усне мовлення, так як в глухих дітей «очі повноцінно замінюють вуха». На його думку, навчання повинне починатись з читання по губах, далі неважкого тексту, так як текст дається глухим набагато легше.

Саме серед радянських поглядів на сурдопедагогіку варто виділити діяльність П.Д. Енька, А. Васильєва, А. Остроградського, Н. Лаговського, Ф. Рау, Н. К. Крупська (Басова, et al., 1984), Відбувається укрупнення навчальних закладів для глухих, де вже паралельно з медициною відбувається дослідження природи глухих людей. Серед таких закладів варто виділити Петербурзьке, Київське, Олександрівське, Московське, Харківське училища, які ставили а меті формування усного мовлення в дітей як основи спілкування з оточуючими.

В цей період стає популярним підхід «природнього способу», розроблений П.Д. Еньком. На його думку, увесь процес навчання глухої дитини має проходити у тісному зв'язку з практикою читання по губах, у поєднанні з арифметикою та словом Божім. Етап навчання мав два етапи: навчання основам читання по губах, усному мовленню та грамоті, та інший етап – практичне застосування усного мовлення в ремеслі.

Одним цікавим підходом на той час було навчання глухих дітей по графічному методу, який запропонував І.А. Васильєв. Цей підхід з'явився саме на противагу підходу «усного чистого методу». На його думку, спочатку, учні повинні бачити частинки слова, малі слова, а потім складні і довгі. Ідея базувалась на механічному та пасивному запам'ятовуванні певної кількості слів. Графічний метод складався з двох незалежних один від одної частин: навчання звукам мовлення та графічного (писемного) вивчення понять. Результатом цього було те, що учень знав слово, графічного вивчивши його, але на відміну від цього ще не міг його вимовляти та читати по губах. І. А. Васильєв використовував триступеневе вивчення слова (приклад – кіт):

1. Вказував на живого кота;
2. Показував його зображення;
3. Писав слово «кіт» на дошці.

При накопиченні певної бази слів, учні могли складати речення. Графічний метод допомагав учневі активно набирати словарний запас, при цьому не витрачаючи багато часу на практику вимови. Таким чином дітям було краще орієнтуватись у навколишньому середовищі та серед предметів, на які хтось вказує або про які розповідають.

### 1.3. Підходи до навчання слабочуючих дітей

Розглянемо підходи, які використовуються для навчання дітей з вадами слуху та виділимо переваги кожного з них.

- **Усний/звуковий** - підхід до освіти слабочуючих, який підкреслює слуховий тренінг, артикуляцію та читання по губам.
- **Повна комунікація** - це спосіб взаємодії з людьми з порушеннями мови, що використовує комбінацію природної мови та знаків, що включає мову знаків, голос, дактилологію, читання по губам, письмо, жести та візуальні образи (малюнки).
- **Білінгвічна [2]** - це методологія викладання, яка визнає автентичність і важливість підходів до навчання для звичайних людей та людей із вадами слуху, поєднує елементи кожного з них в класній кімнаті.

Ці методи пройшли хвилі популярності, а деякі - набагато старші за інших. Однак це не означає, що один краще за інших. Кожна людина інша, тому кожному індивідууму потрібен інший тип методу, який допомагає їм розвивати мову, спілкуватися та допомагати їм у навчанні.

Окрім різних методів та різних технік, існують різні місця та параметри, які допомагають дитині з вадами слуху навчатися, наприклад:

- **Інтеграція** - практика включення дітей із особливими потребами в звичайний клас, замість того, щоб навчати їх у спеціальних класах.

- Школи домашнього типу - це школи, призначені для глухих людей, зокрема, для того, щоб жити і вчитися в школі, де глухонімі і глухі люди їх оточують щодня.

Поговоримо докладніше про кожен з підходів.

#### 1.3.1. Усно-звуковий підхід

Даний підхід до організації навчальних закладів для людей з вадами слуху передбачає, що глухим дітям найкраще допомагати навчанням з читання слів по губам, максимально використовувати залишковий слух (шляхом посилення та слухового тренування), а також в артикуляції для покращення мови [3]. Даний метод поділяється на декілька підметодів.

##### 1.3.1.1. Усно-слуховий підхід

Підхід поєднує в собі мову, використання залишкового слуху та читання по губам. Цей підхід є більш традиційним для усних/слухових підходів. Дитина буде навчатися користуватися своїм слухом і розвивати виразну промову. Чистий оралізм сильно підкреслює непотрібність мови жестів, і що природна мова є єдиним прийнятним способом спілкування.

Метою цього підходу є включення дитини до звичайної школи після того, як він виконав програму усної спеціальної освіти для глухих дітей або дітей із вадами слуху. Для успіху підходу даного повинні бути присутніми п'ять елементів:

- Залучення батьків
- Відповідне посилення
- Послідовні тренування для підвищення якості мовлення
- Розробка відповідних мовних інструкцій
- Велика кількість середовищ

##### 1.3.1.2. Вербально-слуховий підхід

На противагу усно-слухового методу, який виділяє читання та мовлення, даний метод – ні. Дитину навчають спершу слухати і не вимагають дивитись на рот спікера для отримання інформації. Часто дитина з самого початку навчається у

звичайній дошкільній школі, а не в спеціальній школі з самостійною програмою усного методу навчання.

Мета вербально-слухової практики полягає в тому, щоб діти, які мають проблеми із слухом, виростуть у "типовому" навчальному та життєвому середовищі, що дозволяє їм стати незалежними, брати участь у суспільному житті. Пояснюється це тим, що всі діти з втратою слуху заслуговують на можливість розвинути здатність слухати та використовувати словесне спілкування зі своїми сім'ями та громадами.

Цей метод надає особливого значення збільшенню ймовірності того, що маленькі діти, глухі або слабочуючі, можуть бути навчені використовувати навіть мінімальну кількість залишкового слуху. Посилення використання залишкового слуху дозволяє дітям навчитися слухати, обробляти вербальну мову та говорити. За допомогою цього методу усуваються недоліки, пов'язані із залежністю від читання по губам.

#### 1.3.1.3. Тренування слуху

Тренування слуху - навчання людини з порушенням слуху тому, як використовувати залишковий слух, з метою максимального використання мовних та немовних сигналів.

При впровадженні підходу важливо, щоб лікар враховував кількість слуху, який має клієнт. Клієнти з рівнем слуху від низького до середнього важкому діапазоні слуху працюватимуть над навичками розпізнавання звуків. Пацієнти, які мають майже повний рівень слуху, поліпшать виявлення звуків, зокрема звуків навколишнього середовища. Людина може розвивати принаймні функціональне використання слуху.

Основна увага приділяється навчанню слухових навичок, які можуть бути відкладені або зниклі зовсім.

#### 1.3.1.4. Читання по губам – мова знаків

Основою цього методу є те, що люди з вадами слуху можуть читати те, що кажуть інші з рухів їхніх губ та роту. Він також включає в себе читання міміки та мови тіла.

Читання по губам зазвичай не використовується сам по собі. Це навичка загального характеру, яка допомагає спілкуватися ефективніше, використовуючи і слухові апарати або використовуючи допоміжні пристрої для прослуховування, і практикуючи ефективні навички.

Мова знаків - це оснований на звуках звукове ручний додаток до читання по губам. У мові знаків є представлення, що являють собою групи приголосних та голосних звуків. Форми та місця розташування в поєднанні з рухами рота усувають невизначеність, зроблену мовленням. У поєднанні з природними рухами губ при мовленні, знаки роблять розмовну мову видимими.

Мова знаків показує вимову, акцент, тривалість і ритм мови, за винятком випадків, коли вони вивчають мову жестів як другу мову, студенти, котрі виростають із звичкою використання мови знаків, не можуть спілкуватися з більшою спільнотою глухих дорослих, які використовують мову жестів.

Можемо виділити наступні переваги читання по губам та мови знаків:

- Її можна вивчити за відносно короткий проміжок часу, що корисно для батьків і сім'ї, а також дитини.
- Мова знаків - це спосіб забезпечити повний доступ до розмовної комунікації через візуальний код.
- Це забезпечує належну основу для читання та написання природньої мови. Це позитивно впливає на грамотність, оскільки дозволяє слабочуючій дитині усвідомити мову. Крок інтерналізації мови має вирішальне значення для процесу навчання, як для читання так і писання.
- Мова знаків не дозволяє батькам надто спрощувати свою мову, тому що вони спілкуються на мові, якій вони знайомі, і не повинні робити себе простішими для розуміння.
- Діти, котрі використовують мову знаків, читають точніше.
- Мова знаків допомагає дитині розрізняти звуки.
- Чууючі батьки, які використовують мову знаків, мають кращу комунікацію та менше проблем у відношеннях.



Ключ до підходу це практика ю Дитина має бути занурена в середовище з інтенсивним мовленням вдома та в школі.

### 1.3.2. Повна комунікація

Повна комунікація – більше відноситься до філософії спілкування, ніж метод. Була розроблена низка знакових систем, таких як мова знаків, для передачі ручних уявлень про структуру англійської пропозиції разом з розмовною мовою. Знакові системи переводять слова та граматичні морфеми, які використовуються в розмовній мові, у видимі ручні форми та жести. Усі системи, в основному, слідують за тими самими функціями:

- Вони, як правило зв'язані з певними знаками з мови жестів
- Для передачі граматичних понять, які не виражені окремими ознаками в мові жестів, вони винаходять нові ознаки
- Вони також створюють речення, копіюють синтаксичну структуру природньої мови.

Метод повної комунікації часто рекомендується в першу чергу, оскільки він заохочує дитину використовувати всі доступні способи спілкування як для прийому, так і для передачі повідомлень. Спосіб спілкування залежить від особливої потреби дитини, будь то ручний, усний, слуховий чи письмовий. Сьогодні одночасне спілкування є найпоширенішою формою спілкування, що використовується в освітніх установах для глухих дітей.

Головна перевага підходу полягає в тому, що він відкриває всі способи спілкування для глухих дітей. Він забезпечує гнучкість без виключення будь-яких варіантів. Також підхід дозволяє дитині вибрати форму, яка для неї найкраща у певній ситуації та в певній мірі використовувати експресивне спілкування.

### 1.3.3. Білінгвічний підхід

Особи, які є глухими, вважаються білінгвічними, якщо вони здатні ефективно спілкуватися як мові жестів, так і на природній мові.

Було багато досліджень про навички глухих дітей. Деякі з яких показали, що глухі діти глухих батьків були більш успішними в академічній обстановці, ніж у

тих, в кого батьки чуючі. Співставлення цього з фактом раннього використання мови жестів у цих сім'ях призводить до висновку, що навчання мови жестів може бути корисним для виховання глухих дітей.

Основними цілями білінгвічної освіти є:

- Зробити дітей із вадами слуху лінгвістично компетентними
- Надати доступ до широкого навчального плану
- Посприяти розвитку гарних навиків грамотності
- Надавати глухим учням позитивне відчуття власної ідентичності

Ранній контакт із зрозумілою мовою, наприклад мовою жестів, допомагає ранньому пізнавальному розвитку. Це сприяє підвищенню грамотності та академічних досягнень. Студенти, які відвідують білінгвістичні програми, розробляють функціональні навички володіння двома мовами. Акцент на ранньому вивченні природньої мови та мови жестів, як їх першої мови, забезпечує базу, в якій пізніше проходить навчання природньою мовою. Учні у програмах даного типу мають підвищену самооцінку та впевненість у зв'язку із здоровим баченням глухих дітей та їх сприйняттям того, хто вони є, а також підвищену впевненість у діях в білінгвічному середовищі.

#### 1.4.Постановка задачі

Виходячи із описаних досліджень, використання більшої кількості джерел інформації і спілкування з іншими людьми значно допомагає у розвитку навичку навчання та соціальної адаптації. На основі досліджень, що проводилися в різних країнах та популярних підходів до навчання, можна дійти висновку, що, в переважній більшості, діти, які спілкуються із своїми однолітками та батьками швидше засвоюються матеріал, краще розвивають як логічно-математичний, так і емоційний інтелект. Проте часто спілкування із слабочуючими дітьми потребує спеціалістів та може проводитися до певного періоду лише в спеціалізованих закладах. Система має вирішувати задачу спрощення спілкування дітей з вадами слуху, даючи можливість додатково розвивати комунікативні навички і вдома.

## Висновки до розділу

У даному розділі було розглянуто історію становлення та розвитку навчальних підходів для дітей з вадами слуху. Також було розглянуто особливості кожного методу та їхні переваги. Проаналізувавши методи, можна дійти висновку, що усі вони сходяться в необхідності задіювати максимальну кількість каналів сприйняття та у важливості комунікація між дітьми, батьки та іншими людьми. Для полегшення процесу навчання можна використати можливості сучасної техніки та доступності мережі Інтернет. Тому необхідно розглянути існуючі інструменти для вирішення задачі спрощення процесу спілкування дітей з вадами слуху.

## 2. АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВИ

Перш за все розглянемо засоби та підходи для розпізнавання мови. Мовлення є основним способом комунікації серед людей, а також найбільш природна і ефективна форма обміну інформацією між людьми. Отже, це логічно, що наступний технологічний розвиток буде розпізнавання природного мовлення для комунікації між людиною та комп'ютером або покращенням комунікації людиною та людиною. Розпізнавання мовлення може бути визначається як процес перетворення мовного сигналу в послідовність слів за допомогою алгоритму, реалізованого як комп'ютерна програма. Обробка мовлення є одним із захоплюючих областей обробки сигналів. Метою області розпізнавання мовлення є розробка технік та систем, для введення голосової інформації до машин, базуючись на перевагах статичного моделювання мовлення. Автоматичне розпізнавання мови сьогодні знайде широке застосування в додатках, які вимагають інтерфейсу для людини, наприклад, такого як автоматичний обробка запитів. З 1960-х років науковці досліджували шляхи та засоби для запису, інтерпретації та розуміння людської мови. Протягом десятиліть це було складним завданням. Навіть сама рудиментарна проблема наприклад, оцифрування голосу була величезним викликом в ранні роки. Аж в 1980-х роки з'явилися перші системи які б могли фактично розшифрувати мовлення. Звичайно, це ранні системи були дуже обмеженими за обсягом та потужністю. Комунікація за допомогою розмовної мови переважає серед людей, тому природно, що люди очікують такого інтерфейсу з комп'ютерами, за допомогою яких можна взаємодіяти за допомогою рідної мови. Машинне розпізнавання мовлення передбачає генерацію послідовність слів, які краще відповідають даному голосовому сигналу. Деякі з відомих програм включають віртуальну реальність, мультимедійні пошуки, автосупроводжуючі, інформація для подорожі та резервування, перекладачі, розуміння природного мови та багато хто з інших додатків.

Розпізнавання мови є особливим випадком розпізнавання шаблонів. Існує дві фази для розпізнавання шаблонів, а саме – «Навчання» та «Тестування» [4]. Процес відокремлення особливостей, необхідних для класифікації спільний для обох фаз.

Під час етапу «Навчання» параметри класифікаційної моделі оцінюються за допомогою а велика кількість прикладів класів (дані для навчання). Під час фази «Тестування» або фаза розпізнавання, особливість тестового шаблону співвідноситься з моделлю навчання для кожного класу.

Метою розпізнавання мовлення є те, що машина може "чути", "зрозуміти" і "діяти" на основі отриманої усної інформації. Найперші системи розпізнавання мови вперше були спробувані на початку 1950-х років в Bell Laboratories, Девіс, Біддुльф та Балашек розробили ізольовану цифрову систему розпізнавання для одного мовця. Метою автоматичного розпізнавання мовця є аналіз, витяг характеристик та розпізнавання інформації про ідентифікацію мовця. Система розпізнавання особи, що говорить може розглядатися як робота у чотири етапи

- Аналіз
- Виділення особливостей
- Моделювання
- Тестування

Розглянемо докладніше кожен із цих етапів.

## 2.1.Етап аналізу

Мовленнєва інформація містить різні типи інформації, що відображають особистість мовця. Це інформацію про спікер, пов'язану з голосовим трактом, джерелом збудження та особливостями поведінки. Останній тип інформації також вбудований в сигнал і його можна використовувати для розпізнавання особи, що говорить. Етап аналізу мови працює з рівнями з підходящим фреймом для сегментації сигналу для його подальшого аналізу та виділення. Метод аналізу мовлення проводиться за допомогою трьох технік: аналіз сегментів, аналіз підсегментів, та надсегментарний аналіз [5].

Під час аналізу сегментів використовується розмір фрейму та зсув в області 10-30 мілісекунд для виявлення інформації про мовця, а саме для вилучення інформації про голосовий тракт. Аналіз підсегментів використовує розмір фрейму та зсуву в межі 3-5 мс. і використовується, в основному для аналізу та виокремленню інформації про стадії збудження. Надсегментарний аналіз базується

на розпізнавання характеристик, пов'язаних з особливістю відношень між окремими звуками у мовця.

## 2.2.Етап виокремлення особливостей

Проблема виокремлення особливостей в задачі класифікації полягає у зменшенні розмірності вхідного вектора при збереженні дискримінаційної потужності сигналу [6]. Як ми знаємо з фундаментального формування системи ідентифікації та перевірки динаміків, кількість навчально-тестових векторів, необхідних для класифікації, зростає з розмірами даного вводу, тому нам потрібна функція виокремлення мовного сигналу. В табл. 2.1 наведено деякі функції виокремлення.

Таблиця 2.1

Функції виокремлення

Метод	Властивості	Процедура реалізації
Аналіз основних компонент (АОК)	Нелінійний метод виокремлення особливостей, лінійне відображення, швидкий, базоване на власному векторі	Традиційно, метод базований на власному векторі (розклад Корунена - Лоева) Гарно підходить для даних Гауса
Дискримінантний аналіз	Нелінійний метод виокремлення особливостей, лінійне відображення із спостерігачем, швидкий, базований на власному векторі	Краще, ніж АОК для класифікації

Продовження таблиці 2.1

Аналіз незалежних компонент	Нелінійний метод виокремлення особливостей, лінійне відображення, ітеративний не Гаусівський	Сліпе розділення джерела [7] для не Гаусівський джерел поширення
Кодування з лінійним предиктором	Статичний метод виокремлення особливостей, коефіцієнти нижчого порядку від 10 до 16	Він використовується для функції виокремлення у нижчому порядку
Аналіз кепстру	Статичний метод виокремлення особливостей, спектр потужності	Використовується для представлення спектральної оболонки
Аналіз частоти мелів [8]	Статичний метод виокремлення особливостей, спектральний аналіз	Спектральний аналіз проводиться з фіксованою роздільною здатністю вздовж суб'єктивної шкали частот, тобто мель-частотної шкали.
Блок фільтрів [9]	Масив смугових фільтрів, які розділяють вхідний сигнал на кілька компонент, кожна з яких несе певну частоту піддіапазону	
Кепстер частоти мелів (MFFCs)	Спектр потужності обчислюється за допомогою аналізу Фур'є	Метод використовується для виокремлення особливостей

Продовження таблиці 2.1

Метод виокремлення особливостей, оснований на ядрі	Нелінійна трансформація	Зменшення розмірності призводить до кращої класифікації, і це використовується для надлишкових особливостей, а також покращення класифікації помилок
Вейвлет	Кращий час рішення для перетворення Фур'є	Замінює фіксовану пропускову здатність перетворення Фур'є на пропорційну частоту, що забезпечує кращий час виконання на високих частотах, ніж перетворення Фур'є
Динамічне виокремлення особливостей	Коефіцієнти прискорення та дельти, тобто похідні 2 та 3 порядку звичайних коефіцієнтів MFCCs	Використовується для динамічних особливостей
Спектральне видалення	Надійний метод виділення особливостей	Його використання базується на спектрограмі
Видалення середнього кепстру	Надійний метод виділення особливостей	Схожий на MFCCs, але працює на середніх статистичних параметрах
RASTA фільтрування	Для зашумленої мови	Виокремлює особливості з-під зашумлених даних



Інтегрований метод фонемного підпростору	Трансформація, основана на АОК, дискримінантному аналізі та аналізі незалежних компонент	Найбільша точність з існуючих методів
--	--	---------------------------------------

Як бачимо, є різні методи виокремлення особливостей, які мають певні відмінності в реалізації і використовуються для різних задач. Усі вони знаходяться в процесі вдосконалення, деякі з'являються як доопрацювання або поєднання кількох інших методів. Після завершення етапу виокремлення особливостей ми можемо переходити до етапу моделювання.

### 2.3. Етап моделювання

Мета методу моделювання полягає в тому, щоб генерувати моделі мовця з використанням вектора специфічних особливостей спікера. Техніка моделювання мовця розділена на дві класифікації – розпізнавання спікера та ідентифікація спікера. Метод ідентифікації мовця автоматично визначає, хто говорить на основі індивідуальної інформації, інтегрованої в мовний сигнал. Розпізнавання мовця також ділиться на дві частини, та, що залежить від спікера і не залежить від нього. У режимі, незалежному від мовця, комп'ютер повинен ігнорувати специфічні характеристики мовного сигналу спікера та витягувати передбачене повідомлення. З іншого боку, в режимі, залежному від спікера, машина повинна витягувати характеристики особи, що говорить в акустичному сигналі.

Головною задачею розпізнавання мовця є порівняння мовного сигналу невідомої особи з базою даних уже відомих осіб. Розпізнавання мовців також можна розділити на два методи, текстові та незалежні від тексту методи. За допомогою текстового методу оратор говорить ключові слова або речення, що мають один і той самий текст як для навчання, так і для розпізнавання. В той час, коли інший метод не покладається на конкретні тексти у мові. Нижче наведено способи моделювання, які можна використовувати в процесі розпізнавання мови:

### 2.3.1. Акустично-фонетичний підхід

Цей метод дійсно є життєздатним і глибоко вивчається більше 40 років. Підхід базується на теорії акустичної фонетики та тверджень. Найперші підходи до розпізнавання мови були засновані на знаходженні мовних звуків та наданню відповідних міток для цих звуків. Це є основою акустичного фонетичного підходу (Hemdal and Hughes 1967). Які твердження, що існують кінцеві, характерні фонетичні одиниці (фонеми) у розмовній мові, і що ці одиниці широко характеризуються набором акустичних властивостей, які проявляються в мовному сигналі з часом? Незважаючи на те, що акустичні властивості фонетичних одиниць дуже різноманітні, як з динаміками, так і з супроводжуючими звуками (так званий ефект спільного артикулювання), в акустико-фонетичному підході передбачається, що правила, які регулюють мінливість, є прямолінійними і можуть бути легко вивчені машиною. Офіційні оцінки, проведені Національним інститутом науки і техніки у 1996 році показали, що найбільш успішний підхід до автоматичної ідентифікації мовлення використовує фонотаксичний контент мовного сигналу для розділення серед безлічі мов. Проблема розпізнавання дзвінку, моделювання структури Гауса та підтримка векторної машинної класифікації. За допомогою методів можна знайти подібності для контентозалежної акустичної моделі для нової мови. Акустично-фонетичний підхід не був широко використаний у більшості комерційних застосувань.

### 2.3.2. Розпізнавання моделей

Підхід розпізнавання моделей передбачає два важливих кроки, а саме: навчання моделі та порівняння моделей. Суттєвою особливістю цього підходу є те, що він використовує добре сформульовану математичну структуру та встановлює консистентне представлення моделей для надійного порівняння моделей з набору позначених навчальних зразків за допомогою формальної алгоритму тренування. Розпізнаванню моделі протягом двох десятиліть приділялася значна увага і складено достатньо багато практичних проблем цієї моделі. Представлення мовленнєвої моделі може бути у формі моделі мовлення або статичної моделі і

може застосовуватися до звуку (меншому ніж слово), слову або фрази. На етапі порівняння моделей пряме порівняння проводиться між невідомими звуками (мовою, яку слід розпізнати) з кожним можливим узагальненням, отриманим на етапі навчання для визначення тотожності невідомого, відповідно до якості співставлення цих моделей. Підхід до співставлення моделей став переважаючим методом розпізнавання мови протягом останніх шести десятиліть.

### 2.3.3. Розпізнавання прикладів

В методі розпізнавання прикладів невідома мова порівнюється з набором заздалегідь записаних слів (прикладів), щоб знайти найкращий збіг. Це дає перевагу у використанні абсолютно точних моделей слів. Прикладний підхід до розпізнавання мовлення має сімейство методів, які значно посилили цю сферу протягом останніх шести десятиліть. Основна ідея проста. Збір прототипних моделей мов зберігається як еталонні приклади, що представляють словник словесних кандидатів. Саме розпізнавання здійснюється шляхом зіставлення невідомого висловлювання з кожним із цих еталонних прикладів та вибору категорії найкращого відповідного прикладу. Зазвичай побудовані шаблони для цілих слів. Це має перевагу в тому, що можна відкинути помилоки внаслідок сегментації або класифікації, якщо відкинути більшу кількість менших акустичних одиниць, таких як фонем. У свою чергу, кожне слово має мати власний приклад шаблон посилання. Підготовка та відповідність шаблонів стають надзвичайно дорогими або непрактичними, оскільки розмір словника збільшується за рамки кількох сотень слів. Однією з ключових ідей методу шаблонів є отримання типових послідовностей речових кадрів для прикладу (слова) за допомогою певної процедури усереднення та покладатися на використання локальних методів спектральної відстані для порівняння прикладів. Іншою ключовою ідеєю є використання певної форми динамічного програмування для тимчасово вирівнювання прикладів з метою фіксування відмінностей у живому спілкуванні, а також у повтореннях слова одним і тим самим диктором. Але також є недолік, що заздалегідь записані шаблони фіксуються, тому варіації в мові можна моделювати

лише за допомогою багатьох шаблонів на слово, що в кінцевому підсумку стає непрактичним.

#### 2.3.4. Динамічна трансформація часової шкали

Динамічна трансформація часової шкали (ДТЧШ) - це алгоритм вимірювання подібності між двома послідовностями, які можуть різнитися за часом або швидкістю. Взагалі, подібність шаблонів ходьби буде виявлена, навіть якщо в одному відеоролику людина повільно ходила, а в іншому він або вона йшло більш швидко. Навіть коли відбувалися прискорення і сповільнення протягом одного спостереження. ДТЧШ було застосовано до відео, аудіо та графічної інформації, всі дані, які можуть бути перетворені в лінійне представлення, можуть бути проаналізовані за допомогою ДТЧШ. Відомі програми, які автоматично розпізнають мови, щоб впоратися з різними швидкості мовлення. Загалом, це метод, який дозволяє комп'ютеру визначити оптимальну відповідність між двома вказаними послідовностями (наприклад, часовими рядами) з певними обмеженнями. Послідовності "трансформуються" нелінійно в часовому вимірі, для того, щоб визначити міру їх подібності незалежно від певних нелінійних варіацій в тимчасовому просторі. Цей метод вирівнювання послідовностей часто використовується в контексті прихованих моделей Маркова. Динамічна трансформація часової шкали це типовий підхід для порівняння на основі прикладів, що базується на основі співставлень для розпізнавання мови, а також ДТЧШ розтягує та стискає різні розділи висловлювань, щоб знайти вирівнювання. Як результат, забезпечується найкраща відповідність між шаблоном і висловом на основі фрейму. Під "фреймом" мається на увазі короткий сегмент (10-30 мс) сигналу, який є основою для векторного обчислення параметра, а "відповідність" визначається як сума відстаней між кадрами та радіусом дії. Шаблон з найближчим збігом визначається способом, обраним як визнаним словом. Для поглинання акустичних варіацій статистичні методи можуть бути інтегровані з ДТЧШ. Підхід досить ефективний для ізолюваного розпізнавання слів і може бути адаптованим до розпізнавання пов'язаних слів. Одним із обмежень, що накладаються на

порівняння послідовностей є монотонність відображення у вимірі часу. Тривалість менш важлива в ДТЧШ, ніж в інших алгоритмах співставлення з прикладами. Цей алгоритм особливо підходить для послідовностей, що мають відсутню інформацію, за умови наявності достатньої кількості сегментів для відповідності. Процес оптимізації може виконуватися за допомогою динамічного програмування.

#### 2.3.5. База знань

Експертні знання про варіації мови вказуються в системі. Це має перевагу явних варіантів моделювання в мові, але, на жаль, такі експертні знання важко отримати та успішно використати. Таким чином, цей підхід вважався непрактичним, а замість нього було запропоновано автоматичне навчання. Векторне квантування (ВК) часто застосовується для автоматичного розпізнавання мовлення. Це корисно для кодування мовлення, тобто ефективного зменшення даних. Оскільки швидкість передачі не є серйозною проблемою для автоматичного розпізнавання, корисність ВК полягає в ефективності використання компактних кодових книг для еталонних моделей та пошуку кодових книжок замість більш дорогих методів оцінки. Для розпізнавання ізольованого слова кожне слово в словнику отримує власну кодову книгу ВК на основі послідовності декількох повторень цього слова як тренування. Тестове мовлення оцінюється усіма кодовими книгами і автоматично вибирається слово, кодове слово якого дає найменший різницю вимірювання відстані.

#### 2.3.6. Статистичний підхід

В таких варіаціях мови, де мовлення моделюється статистично, використовуючи автоматичну, статистичну процедуру навчання, як правило використовуються, приховані моделі Маркова або скорочено ПММ. Підходи відображають сучасний стан справ. Основним недоліком статистичних моделей є те, що вони повинні приймати припущення в моделюванні, які відповідають за похибки, що знижує продуктивність системи. В останні роки з'явився новий підхід до складної проблеми розпізнавання мови під час спілкування, що має подолати деякі фундаментальні обмеження традиційного підходу прихованої Марківської моделі. Цей новий підхід є радикальним відходом від поточних підходів до

статистичного моделювання на базі ПММ. Для розпізнавання мовлення, незалежного від контенту, використовується ПММ зліва-направо для ідентифікації спікера серед простих даних, а також ПММ, що має переваги якщо базується на нейронній мережі та квантуванню векторів.

ПММ - це популярний статистичний інструмент для моделювання широкого кола даних часової серії. У сфері розпізнавання мови ПММ успішно застосовано для такої проблеми як частина класифікації мовлення.

Словесна модель будується для об'єднання фонетичних та фенонічних моделей. Навчання векторним квантуванням (НВК) показав важливий внесок у створення дуже диференційованих еталонних векторів для класифікації статичних моделей. Оцінка параметрів середніх відстані за допомогою алгоритму була неефективним методом для оцінки значень параметрів ПММ. Для подолання цієї проблеми було запропоновано виправлений метод навчання, який мінімізував кількість помилок оцінки параметрів. Новий підхід для гібридного зв'язування ПММ-системи розпізнавання мовлення на основі використання нейронної мережі як векторного квантування. Далі підхід векторного квантування показав значну роль у зменшенні частоти помилок у словах. Розширення алгоритму Вітербі зробив другий модуль ПММ обчислювальним ефективним у порівнянні з існуючим алгоритмом Вітербі. Альтернативний метод ВК, в якому фонема розглядається як кластер у мовному просторі, і для кожної фонемі оцінюється гауссівська модель. Результати показали, що основана на фонемах гауссівська модель векторного квантування більш ефективно класифікує мовний простір та досягає значного покращення продуктивності системи. Явище згортання траєкторії в моделі ПММ подолане за рахунок використання ПММ безперервної щільності, що значно знижує кількість помилок у словах при тривалому мовленні. Нова прихована модель Маркова показала, що інтеграція параметрів узагальнених динамічних ознак у структуру моделі була розроблена та оцінена з використанням методів розпізнавання образів з максимальною ймовірністю та мінімальною класифікацією похибок.

Алгоритм К-середніх також використовується для статистичного та кластеризованого алгоритму розпізнавання мови, що базується на даних. Число К в К-середніх це число кластерів, які алгоритм повинен повернути в кінці. З початку алгоритму точки К, так відомі як канкроїди, додаються до області даних. Алгоритм К-середніх - це спосіб кластеризації навчальних векторів для отримання векторних функцій. У цьому алгоритмі кластеризовані вектори формуються на основі властивостей k-розділу. Він використовує k середніх даних, створених за допомогою гауссівського розподілу, для кластеризації векторів. Метою k-засобів є зведення до мінімуму загальної дисперсії між кластерів.

#### 2.3.7. Підходи, базовані на навчанні

Для подолання недоліків методів машинного навчання ПММ можуть бути введені такі як засоби нейронні мережі та генетичні алгоритми. У цих машинах навчальні моделі, явні правила або інші експертні знання в області не потрібно давати тому що, вони можуть бути вивчені автоматично за допомогою емуляцій або еволюційного процесу.

#### 2.3.8. Штучний інтелект

Метод штучного інтелекту намагається автоматизувати процедуру розпізнавання відповідно до того, як людина застосовує свій інтелект у візуалізації, аналізі та, нарешті, прийнятті рішення щодо вимірюваних акустичних особливостей. Підхід штучного інтелекту є гібридом підходу акустичного фонетичного підходу та розпізнавання шаблонів. Використовуються ідеї та концепції акустичних фонетичних та методів розпізнавання образів. Підхід, оснований на знаннях, використовує інформацію стосовно лінгвістичної, фонетичної складових та спектрограми. Деякі дослідники мови розробили систему розпізнавання, яка використовувала акустичні фонетичні знання для розробки правил класифікації мовних звуків. Хоча підходи на основі шаблонів були дуже ефективними при розробці різноманітних систем розпізнавання мовлення, вони мало розумілися на обробці людської розмовної мови, тим самим ускладнивши аналіз помилок та вдосконалення системи знань. З іншого боку, велика частина лінгвістичної та фонетичної літератури забезпечила розуміння для опрацювання

людської мови. У чистому вигляді структура розробки знань включає безпосереднє та явне введення експертних мовних знань у систему розпізнавання. Ці знання, як правило, походять від ретельного вивчення спектрограм і включає правила або процедури. Чиста розробка знань також мотивується інтересами та дослідженнями в експертних системах. Проте цей підхід мав лише незначний успіх, в основному через складність кількісної оцінки експертів. Ще однією важкою проблемою є інтеграція багатьох рівнів знань про фонетику, лексику, синтаксис, семантику та прагматику. Альтернативно, оптимальне об'єднання незалежних та асинхронних джерел знань залишається невирішеним. У більш опосередкованих формах знання також використовуються для керування моделлю моделей та алгоритмів інших методів, таких як зіставлення шаблонів та стохастичне моделювання. Ця форма застосування знань робить важливе розходження між знаннями та алгоритмами. Алгоритми дозволяють нам вирішувати проблеми. Знання дозволяють алгоритмам працювати краще. Ця форма вдосконалення системи, основаної на знаннях, значно сприяла розробці всіх успішних стратегій. Вона відіграє важливу роль у виборі відповідних вхідних даних, визначенню одиниць мовлення або проектуванню самого алгоритму розпізнавання.

#### 2.3.9. Стохастичний підхід

Стохастичне моделювання передбачає використання імовірнісних моделей для розпізнавання невизначеною або неповної інформації. У розпізнаванні мови, невизначеність та неповнота виникають з багатьох джерел. Це можуть бути незрозумілі звуки, зміни в мовленні спікерів, контекстні ефекти та пароніми. Таким чином, стохастичні моделі є особливо підходящим методом для розпізнавання мовлення. Найбільш популярним стохастичним підходом сьогодні є приховане марковське моделювання. ПММ характеризується кінцевою марковською моделлю і набором вихідних розподілів. Параметри переходу в моделях марковського ланцюга, тимчасової мінливості, а параметри у вихідній моделі розподілу - спектральна мінливість. Ці два види мінливості є сутністю розпізнавання мовлення. Порівняно з підходом на основі шаблону, ПММ є більш загальним і має міцніший математичний фундамент.



## 2.4.Методи співставлення

Інструменти для співставлення розпізнаних слів, до слів які уже відомі використовують такі методи, як повне співпадіння слова та співпадіння частин слова.

### 2.4.1. Повна відповідність слова

Інструмент порівнює вхідний цифровий аудіосигнал із попередньо записаним шаблоном цього слова. Цей метод вимагає набагато меншої обробки, ніж відповідність частин слова, але, в той же час, вимагає, щоб користувач заново записував кожне слово, яке буде визнано - іноді кілька сотень тисяч слів. Шаплони цілих слів також потребують великих обсягів зберігання (від 50 до 512 байт на слово) і є практичними лише в тому випадку, якщо словник розпізнавання відомий при розробці програми.

### 2.4.2. Співпадіння частин слова

Інструмент шукає частини слова, зазвичай фонем, а потім виконує подальше розпізнавання образів на них. Ця техніка вимагає більшої обробки, ніж повне зіставлення, але вимагає набагато меншого обсягу пам'яті (від 5 до 20 байт на слово). Крім того, вимову слова можна передбачити із мовлення, не вимагаючи, щоб користувач вимовляв це слово заздалегідь.

## 2.5.Опис існуючих інструментів

Варто зауважити, що спілкування з дітьми значно допомагає їм у навчанні як на ранніх етапах, так і у майбутньому. Розглянемо додатки, які допомагають спілкуватися мовою жестів з дітьми, в тому числі додатки які здатні розпізнати природну мову та представити її у вигляді мови жестів.

### 2.5.1. Spread the sign

Spread the sign – додаток для смартфонів з Андроїд ОС. Він спроектований як свого роду словник для перекладу з природної мови на мову жестів. При відкритті програми з'являється список мов (рис. 2.1), для яких буде здійснюватися переклад, серед якої є і українська. Свій вибір можна буде змінити пізніше. Після вибору мови користувач потрапляє на сторінку «Словник». На даній вкладці представлено

перелік слів та фраз, доступних для перегляду. Недоліком є те, що немає ніякої можливості сортування слів чи фраз, вони з'являються у випадковому порядку. Проте існує функція фільтрації, яка допомагає здійснювати пошук по словнику.

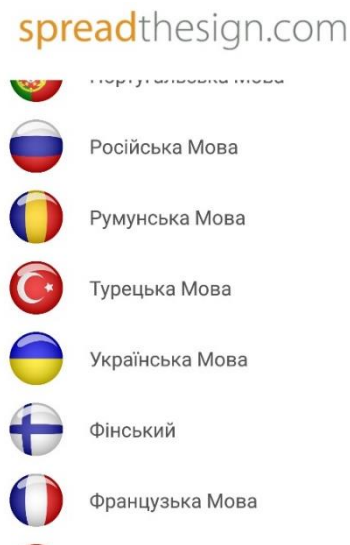


Рисунок 2.1. Вибір мови у додатку Spread the sign

Для фільтрації необхідно ввести в поле символи і дані будуть підбиратися в режимі реального часу, в залежності від літер у полі, як зображено на рис. 2.2.

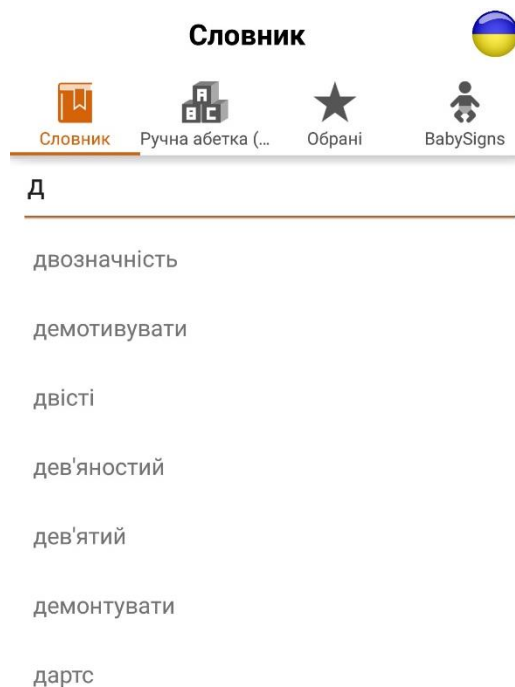


Рисунок 2.2. Фільтрація даних

Після вибору інформації для перекладу відкривається вікно (рис. 2.3), яке складається з наступних компонент:

- Текст, який перекладається зверху;

- Представлення у вигляді мови жестів по центрі;
- Шкала для вибору різних відео, за популярністю;
- Полоса з прокруткою, де можна обрати іншу мову для перекладу того ж самого тесту.

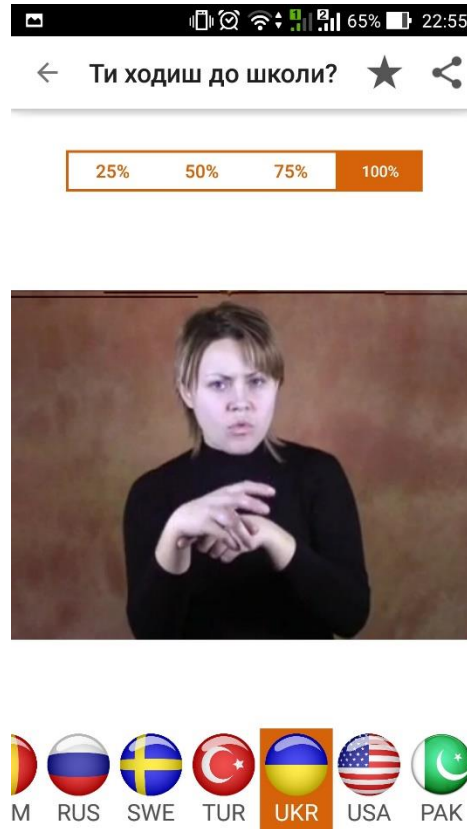


Рисунок 2.3. Вікно перекладу

Хоча даний додаток не може розпізнавати природню мову, але він все одно залишається дуже корисним за рахунок того, що має велику базу слів та фраз для перекладу з різних мов. Також перевагою додатку є те, що існує також веб-сайт з тим самим функціоналом. Веб-сайт дає змогу користуватися функціоналом, в незалежності від платформи.

### 2.5.2. ProDeaf

ProDeaf – це додаток на платформі Андроїд, який надає функції розпізнавання природної мови та показ інформації у вигляді мови жестів. При першому вході в систему користувачу пропонується обрати мову (рис. 2.4) для перекладу з англійської мови на американську мову жестів або з португальської мови на бразильську мову жестів. Користувачу надається можливість обрати одну

із цих опцій. На рис. 2.5. зображено та ж сама сторінка, але уже з вибраною опцією (в нашому випадку англійською мовою). Варто зауважити, що американська мова жестів в даному додатку зараз знаходиться в режимі бета – тестування.

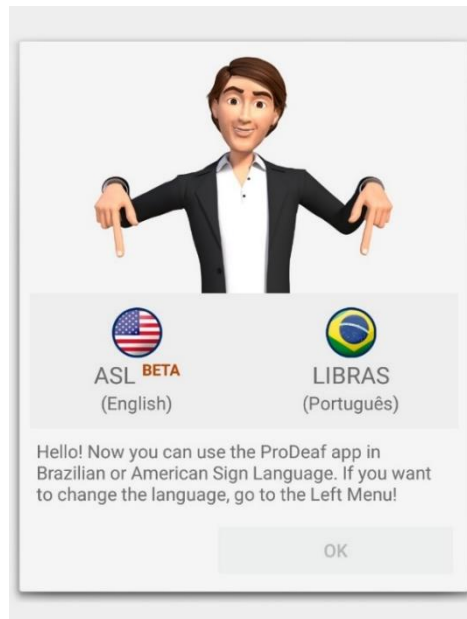


Рисунок 2.4. Сторінка вибору мови для перекладу

Для того, щоб підтвердити свій вибір необхідно натиснути кнопку «ОК». Після цього можна буде уже безпосередньо користуватися додатком.

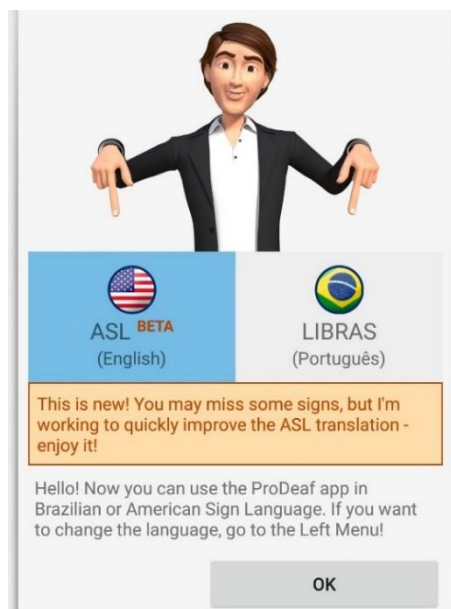


Рисунок 2.5. Вибір мови

В даній програмі існує два режими вводу інформації – за допомогою голосу та безпосередньо за допомогою клавіатури (рис. 2.6). Для введення з клавіатури

необхідно натиснути на поле з написом «Touch to translate» на сторінці для початку роботи, зображеної на рисунку 2.7.

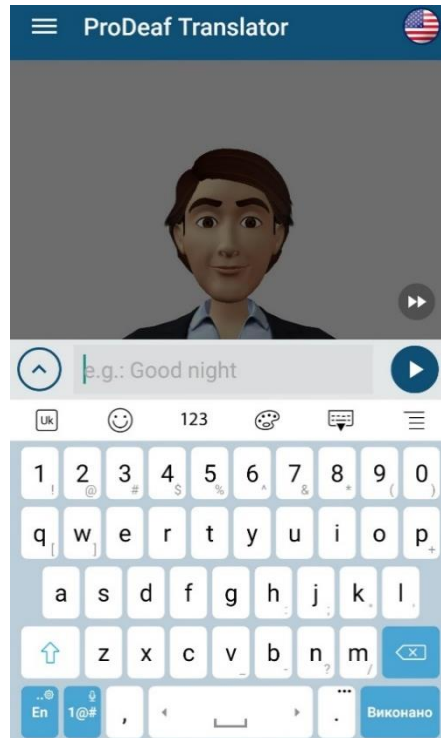


Рисунок 2.6. Ведення даних за допомогою клавіатури

Також на даній сторінці знаходиться кнопка із зображенням мікрофону, яка дозволяє вводити дані за допомогою природної мови.

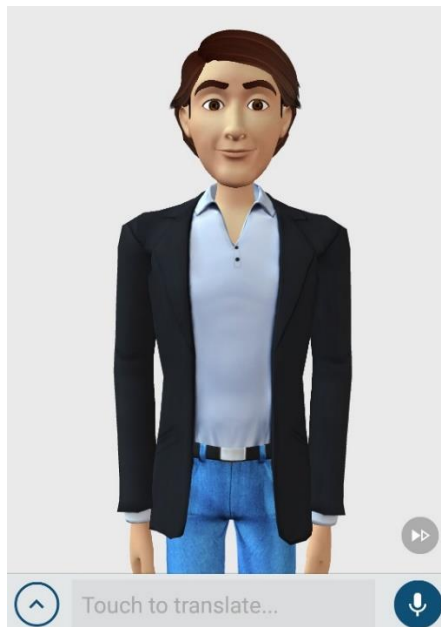


Рисунок 2.7. Сторінка для початку роботи

Ще на даній сторінці знаходиться перемикач, який надає можливість обрати швидкість передачі жестів.

Під час перемикання будуть з'являтися спливаючі вікна із зазначенням швидкості (рис. 2.8).

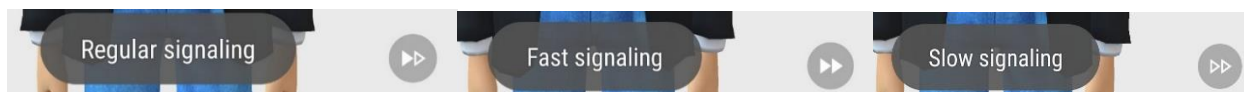


Рисунок 2.8. Режими жестикулювання

На цій панелі також є кнопка швидкого доступу до історії та словнику, які існують ліва частині панелі. При натисканні з'являється вікно, як на рис. 2.9.

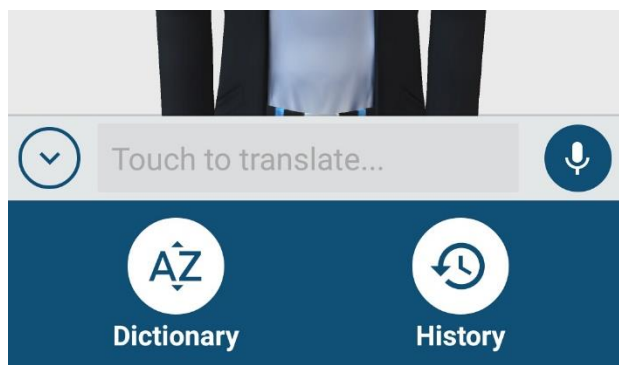


Рисунок 2.9. Швидкий доступ до історії та словника

При відкритті словнику (рис. 2.10) ми бачимо букви англійського алфавіту. Після натискання на букву з'являється список слів, які починаються з даної літери та доступні для використання у даній програмі. При виборі слова з'являється відповідник цьому слову в американській мові жестів.

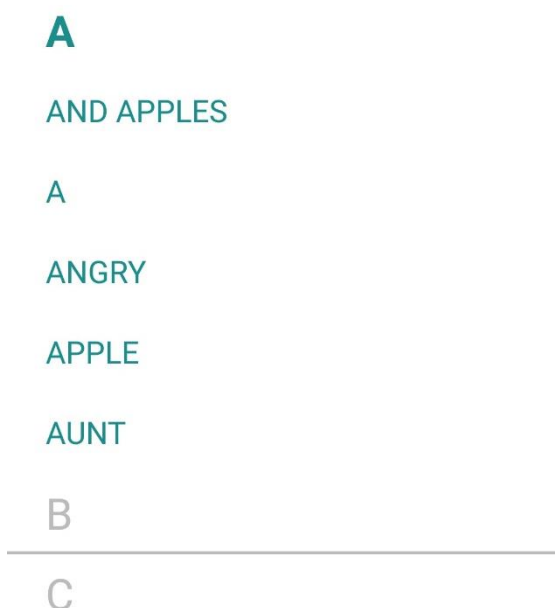


Рисунок 2.10. Словник програми ProDeaf

В історії (рис. 2.11) відображаються запити в порядку звернення. Також в даному меню можна обрати вкладку зі словами, які ви найчастіше використовуєте у роботі з додатком.

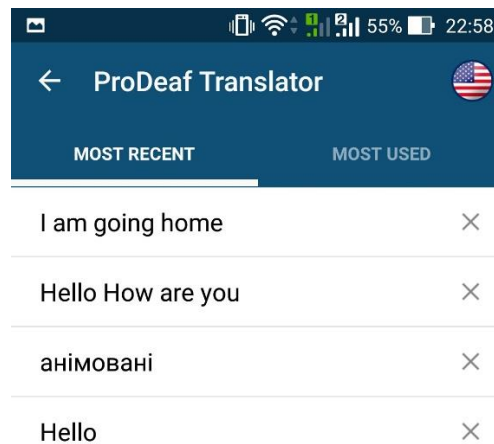


Рисунок 2.11. Вкладка історії

Після введення інформації для перекладу користувачу буде відображено спливаючі вікна (рис. 2.12) із повідомленнями, що обробка голосу (якщо інформація введена за допомогою природної мови), і переклад в процесі виконання.

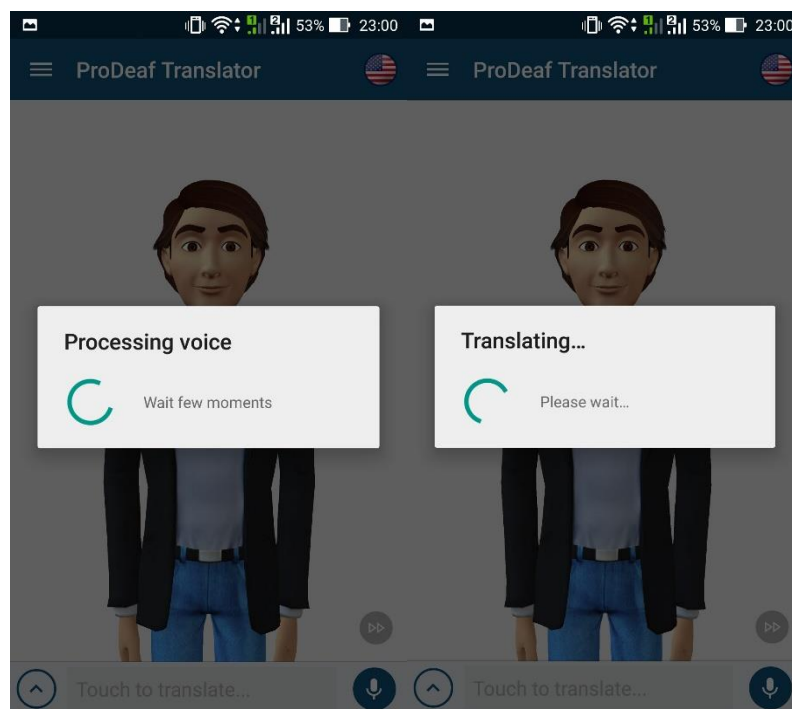


Рисунок 2.12. Спливаючі вікна з поточним статусом виконання

Після обробки інформації буде виведено повідомлення у вигляді відповідника введених інформації в американській мові жестів. Жести виконує асистент, який являє собою модель людини, спроектованої в 3D графіці як зображено на рис. 2.13.



Рисунок 2.13. Переклад на мову жестів

Також при відображенні над анімованим персонажем показується слово або фраза, яка перекладається.

### 2.5.3. Surdophone

Surdophone – додаток на для пристроїв, що працюють на операційній системі Андроїд, що дозволяє перекладати з природної російської мови на російську мову жестів. При запуску додатку користувачеві надається вибір, в якому режимі працювати (рис. 2.14).



Рисунок 2.14. Вибір режиму роботи



При натисканні на кожен з режимів спочатку з'являється міні-відео (рис. 2.15), яке показує, яким чином буде відображатися інформація мовою жестів. Для того, щоб перейти далі, необхідно ще раз натиснути на міні-відео.

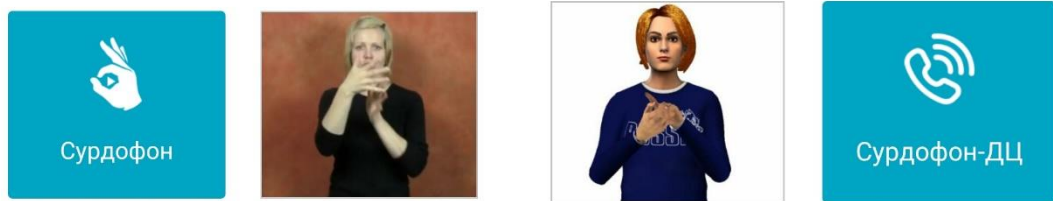


Рисунок 2.15. Міні-відео при виборі режиму

Перший режим, під назвою «Сурдофон» передбачає переклад на мову жестів та представлення її за допомогою анімованої моделі людини.

Введення даних може бути здійснено за рахунок набору тесту або розпізнавання мовлення. Для вибору способу треба натиснути на одну із кнопок внизу вікна, як зображено на рис. 2.16.



Рисунок 2.16. Вибір способу введення даних в програмі Surdophone

У випадку, якщо було обрано спосіб введення за допомогою клавіатури, користувача буде виведено екранна клавіатура та регулятор гучності озвучування тексту, як показано на рис. 2.17.

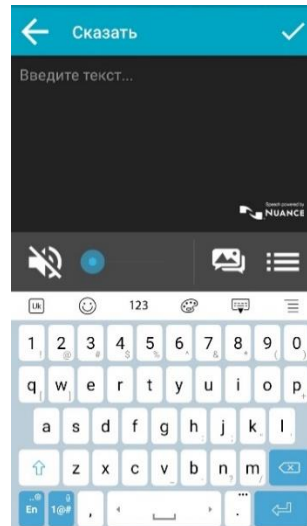


Рисунок 2.17. Сторінка введення текстової інформації

Під час введення інформації за допомогою звуку, буде відкриватися вікно, як на рис. 2.18. Після записування голосу відкриється сторінка для перекладу.

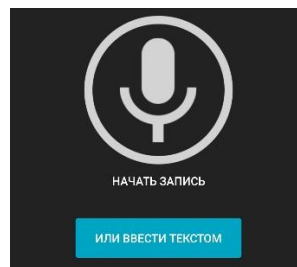


Рисунок 2.18. Сторінка введення інформації за допомогою голосу

Сторінка для перекладу (рис. 2.19) має таку ж структуру, як і сторінка для перекладу додатку ProDeaf.

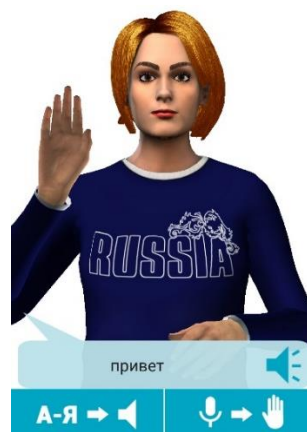


Рисунок 2.19. Сторінка перекладу додатку Surdophone

Також Surdophone має таку функцію, як розмовник. Це доступні для перекладу фрази, які часто використовуються у суспільстві. Для зручності

користувача розмовні фрази відсортовані по категоріям, наприклад «спілкування», «покупки».

#### 2.5.4. iCommunicator

Програмне забезпечення iCommunicator - це технологія для комунікації. Цей інструмент забезпечує інтерактивний комунікативне рішення для глухих та слабочуючих людей.

На головній сторінці програми (рис. 2.20) представлено основний функціонал програми, а саме поля для введення інформації та виведення перекладу на мову жестів.



Рисунок 2.20. Головне вікно програми ICommunicator

Програма дозволяє в режимі реального часу виконувати переклад:

- з природної мови в текст
- з природної мови на мову жестів
- з тесту до комп'ютерно згенерованого відео мови жестів

В програмному забезпеченні є можливість включити чи вимкнути динаміки, як показано на рис. 2.21.



Рисунок 2.21. Індикатор мікрофону

За допомогою пункту меню «Signing Options» (рис. 2.22) можна змінити швидкість відтворення відео. Всього доступні 8 швидкостей.



Рисунок 2.22. Пункт меню «Signing Options»

Також в програмі є функція додавання нових слів та редагування слів (рис. 2.23), які програма розпізнала неправильно.

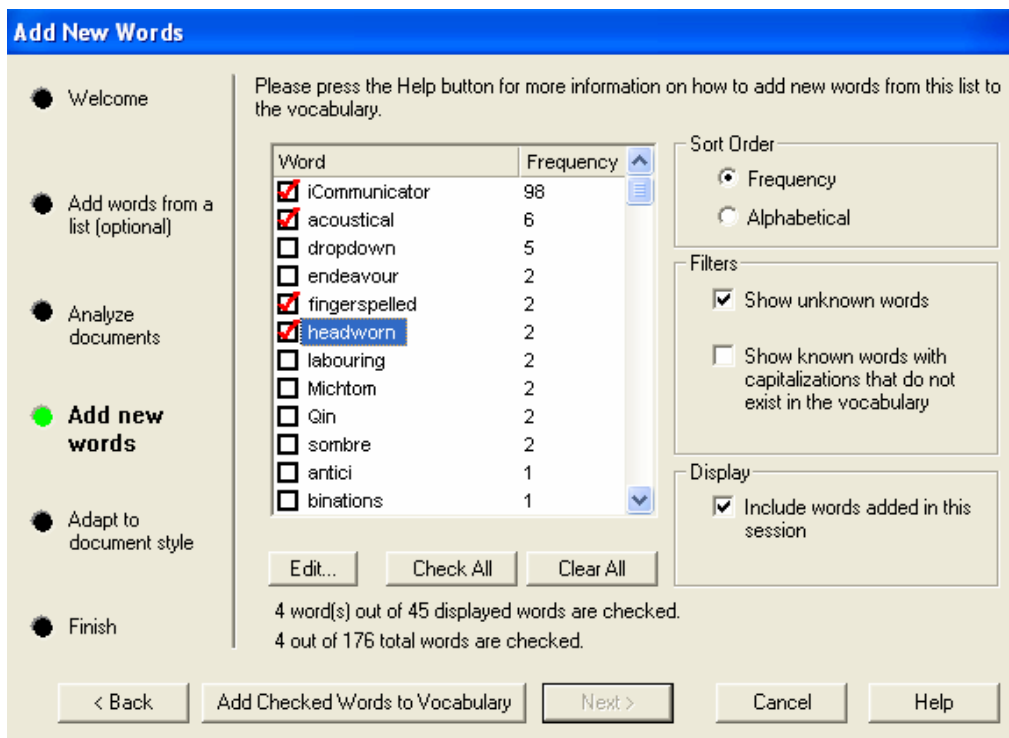


Рисунок 2.23. Вікно для додавання та редагування слів

При необхідності можливо виправити слово, яке розпізнали неправильно. Для цього треба після неправильного розпізнавання, відкрити вікно редагування,

та ввести правильну форму. При цьому також можливо ще раз вимовити слово і перевірити результат. Дана функція дозволяє підвищити якість перекладу. Вікно для корегування зображено на рис. 2.24.

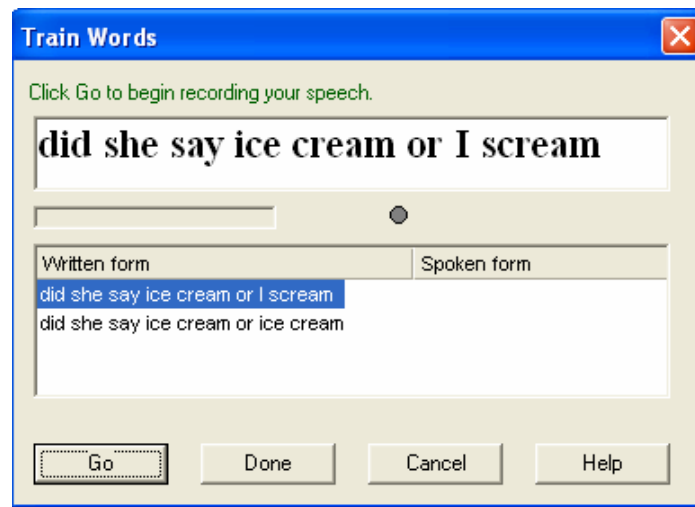


Рисунок 2.24. Вікно для корегування

Програма запускається на пристроях з операційною системою Windows. Найкращу сумісність додаток має з версією Windows XP. Для роботи з новішими версіями ОС бажано використовувати режим сумісності.

#### 2.5.5. Порівняння існуючих рішень

Було розглянуто декілька рішень, які допомагають у спілкуванні слабчучим. Визначимо параметри, які важливі для нашої системи.

Перш за все, має бути присутньою можливість введення інформації, як за допомогою тексту, так і природної мови. Це значно підвищує зручність використання. Також система має проводити переклад саме на українську мову жестів. Важливою складовою є розширюваний словник, в який можна додати свої слова, та вивчати слова з певної теми, без попереднього введення.

Для забезпечення кращої комунікації необхідно, щоб застосунок умів перекладати не тільки окремі слова, а і фрази.

Відповідність аналогів даним вимогам можна знайти у табл. 2.2

## Порівняння аналогів

	Spread the sign	ProDeaf	Surdophone	iCommunicator
Введення тексту	+	+	+	+
Введення за допомогою голосу	-	+	+	+
Словник	+	+	+	+
Можливість розширювати словник	-	-	-	+
Наявність української мови жестів	+	-	-	-
Можливість перекладу фраз	-	+	+	+
Незалежність від платформи	+	-	-	-

Як бачимо, серед розглянутих додатків немає такого, який задовольнив би усі вимоги.

## Висновки до розділу

В даному розділі були розглянуті різні етапи розпізнавання мови, а також різні додатки, які допомагають в спілкуванні із слабчучими людьми. Також було сформовано бажаний функціонал для додатку і зроблено висновок, що існуючі додатки не задовольняють усі вимоги і існує потреба в створенні системи, яка б мала вищезгадані функції. Для початку необхідно визначити технології, які могли б забезпечити написання додатку та із вимогами до пристроїв, за допомогою яких буде проходити взаємодія з програмою.

### 3. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБКИ ТА ВИМОГ ДО АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Перед безпосередньо вибором технологій розробки було визначено функціонал, який має бути присутнім в додатку. Під час визначення, перш за все, опирався на функціонал, описаний в попередньому розділі. Частина параметрів системи уже реалізовані в системі, на основі якої розробляється дана. Це словник, наявність української мови жестів та незалежність від платформи.

#### 3.1. Запропонована система

Розглянемо процес використання системи двома типами користувачів, а саме користувачу з роллю «Учитель» та роллю «Учень».

##### 3.1.1. Опис процесу діяльності користувача «Учень»

Після входу в систему учню надається можливість перейти на вкладку «Перекладач». Йому надається можливість ввести інформацію у текстовому форматі, або ж ввести її за допомогою природної мови.

Якщо було вибрано останній варіант введення, розпізнається текст і виводиться на екран. У випадку, якщо розпізнавання пройшло не точно, користувач може відредагувати розпізнаний текст.

Після натискання кнопки «Переклад» з'явиться відео, яке відображає поточне слово або фразу. Слово, яке перекладається буде підсвічено. Після програвання відео підсвічено буде наступне слово, і, відповідно наступне відео. При бажанні користувач може повернутися до попереднього слова, або ж перейти на наступне. Також існує декілька варіантів відображення слова у вигляді української мови жестів, в залежності від рейтингу перекладу. Спочатку показується з найбільшим рейтингом.

Користувач може обрати інший варіант перекладу, при цьому рейтинг перекладу, який він обрав піднімається, а рейтинг перекладу, що замінили падає, але на меншу кількість пунктів. Якщо підходящий переклад не знайдено, користувач може запропонувати свій варіант перекладу слова (фрази).

При бажанні слово можна додати в особистий словник, і тоді воно буде відображатися під час тренувань користувача в системі.

### 3.1.2. Опис процесу діяльності користувача «Учитель»

Користувач з роллю «Учитель» має більш ширші можливості в даній системі. Перш за все, він має доступ до функціоналу користувача «Учень», але при цьому має ще декілька можливостей.

В меню слова можна додати синоніми до слова. Тоді система, у випадку, якщо підходящий переклад не буде знайдено, шукатиме переклад для вказаних синонімів. Також існуватиме функція видалення слова із списку синонімів.

Крім цього учитель має можливість підтвердити, або відхилити запропонований переклад для слова. Якщо переклад схвалюється, йому присвоюється початковий рейтинг і його можна буде обрати серед запропонованих перекладів. До схвалення він не буде відображатися іншим користувачем. При відхиленні цей варіант буде видалено із системи.

Після визначення вимог до системи для розробки додатку було обрано трирівневу архітектуру. Вона має ряд переваг, в порівнянні з альтернативними варіантами.

### 3.2. Трирівнева архітектура додатку

Трирівнева архітектура – це тип архітектури програмного забезпечення, при якому додаток складається з трьох шарів (рівнів) логіки обчислень (рис. 3.1). Вона часто використовується як певний тип клієнт-серверної архітектури. Дана архітектура має багато переваг для розробки та розгортання систем, за рахунок поділу на модулі інтерфейсу користувача, бізнес логіки та шару зберігання даних (Izenda, Inc). Цей поділ дає чудові можливості для команди розробників, надаючи їм можливість оновлювати ці шари, незалежно один від одного. Додаткова гнучкість дозволяє скоротити загальний час доставки додатку до користувача і знижує цикл розробки за рахунок можливості заміни або оновлення незалежного шару без впливу на інші частини рішення [10].

Наприклад, графічний інтерфейс користувача може бути модернізований без впливу на нижні шари бізнес логіки та доступу до даних. Також дана архітектура часто підходить для вбудовування та розширення додаткових сторонніх програм в уже існуючі рішення. Завдяки гнучкості інтеграції з даною архітектурою також



рахуються під час вбудовування додаткового аналітичного програмного забезпечення в уже існуючі додатки і часто використовуються постачальними аналітичних систем з цієї причини. Також рішення, що базуються на даній архітектурі часто в хмарних рішеннях та в системах типу програмне забезпечення як сервіс (software-as-a-service).

Рівень представлення – це фронтенд шар в трирівневій системі, який містить інтерфейс користувача. Інтерфейс часто доступний через веб-браузер і містить інформацію, яка корисна кінцевому користувачу. В даному випадку цей рівень розроблений за допомогою HTML, CSS, JavaScript та фреймворків Angular та Bootstrap. Зв'язок з прикладним рівнем відбувається за допомогою REST API.

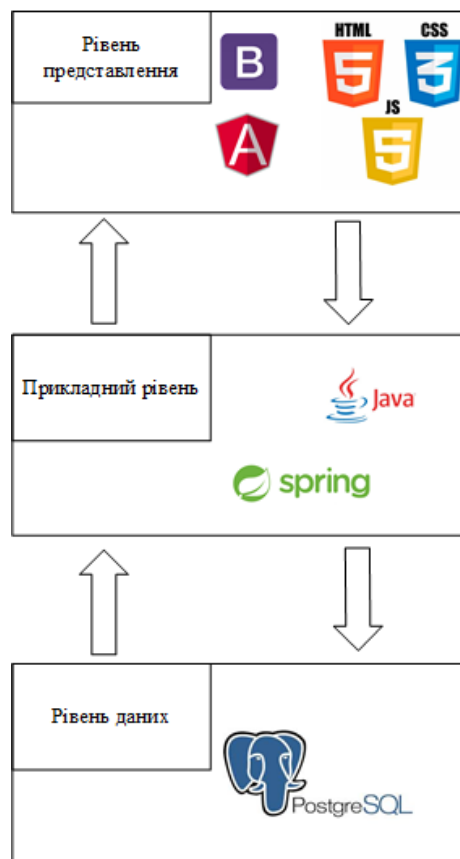


Рисунок 3.1. Трирівнева архітектура додатку

Прикладний рівень містить бізнес логіку, яка керує основними можливостями додатку. Реалізовано за допомогою мови програмування Java та фреймворку Spring. Зв'язок з рівнем даних відбувається за рахунок JDBC – драйвера.

Рівень даних включає базу даних або іншу систему зберігання даних та також засоби для доступу до даних. Для реалізації цього шару було обрано PostgreSQL.

При типовій архітектурі шар відображення доступний для стаціонарного комп'ютера, ноутбука, планшета чи мобільно пристрою за допомогою веб-браузеру чи веб додатку, який використовує веб-сервер. Прикладний шар, як правило, розгорнуті на одному чи декількох серверів додатку, але також можуть бути розгорнуті у хмарі, або віддаленій робочій станції, в залежності від обчислювальних потужностей, необхідних для додатку. Шар даних зазвичай представлений однією, або декількома зв'язаними між собою базами даних, великим джерелом даних, або іншим типом систем зберігання даних, розгорнутих, як локально, так і у хмарі.

Існує багато переваг використання трирівневої архітектури, зокрема:

- Швидкість розробки
- Масштабованість
- Продуктивність
- Доступність

Як було згадано раніше, розділення на різні шари дає можливість розробникам створювати та розвивати продукт з кращою швидкістю, ніж розробка додатку з одним рівнем, оскільки кожен шар може бути оновлений з мінімальним впливом на інші шари. Це також допомагає покращити ефективність розробки, дозволяючи командам зосередити увагу на їхній рівні їхніх основних компетенцій. Багато команд діляться на окремі підрозділи, які спеціалізуються на фронтенд частині, на серверній бекенд частині та бекенд розробки даних. Завдяки поділу додатку на рівні, можна більше не доводиться розраховувати на універсальних розробників, і краще використовувати команди із вузькою спеціалізацією.

Масштабованість - ще одна велика перевага трирівневої архітектури. Виділяючи різні шари, ви можете масштабувати кожен з них, в залежності від необхідності в будь-який даний момент часу. Наприклад, якщо ви отримуєте багато веб-запитів, але не багато запитів, які впливають на ваш прикладний рівень, ви можете масштабувати веб-сервери, не чіпаючи серверів додатку. Це дозволяє

балансувати кожен рівень самостійно, покращуючи загальну продуктивність з мінімальними ресурсами. Окрім того, незалежність, створена шляхом поділу різних рівнів, дає вам багато варіантів розгортання. Наприклад, ви можете зробити так, щоб ваші веб-сервери були розміщені в загальнодоступній або приватній хмарі, тоді як прикладний рівень та база даних може бути розгорнута на локальних серверах.

Завдяки наявності розрізнених шарів ви також можете підвищити надійність та доступність, розмістивши різні частини вашої програми на різних серверах та використовуючи кешовані результати. З однорівневою системою ви повинні турбуватися про те, що сервер може вийти з ладу і це матиме значний вплив на продуктивність у всій вашій системі, але з трирівневим додатком, створюється підвищена незалежність, за рахунок фізичного розділення різних частин додатка, що в свою чергу мінімізує проблеми з продуктивністю, коли сервер виходить з ладу.

Опишемо детальніше технології та підходи, які використовувалися при реалізації кожного рівня.

### 3.2.1. Рівень даних

Для розробки рівню даних було обрано СУБД PostgreSQL.

PostgreSQL - це потужна система з об'єктно-реляційною базою даних з відкритим кодом, яка використовує та розширює мову SQL у поєднанні з багатьма функціями, які дозволяють безпечно зберігати та масштабувати найскладніші навантаження на дані. Походження PostgreSQL датується 1986 р. як частини проекту POSTGRES в Каліфорнійському університеті в Берклі та має більш ніж 30 років активного розвитку на основній платформі.

PostgreSQL заслужив міцну репутацію своєї перевіреної архітектури, надійності, цілісності даних, надійного набору функцій та розширюваності, щоб послідовно забезпечити продуктивні та інноваційні рішення. PostgreSQL працює на всіх основних операційних системах, є сумісним з ACID з 2001 року, і має потужні розширення, такі як популярний розширювач геопросторової бази PostGIS. Не

дивно, що PostgreSQL став реляційною базою даних з відкритим сирцевим кодом для багатьох людей та організацій.

СУБД має багато функцій, метою яких є допомогти розробникам створювати додатки, налаштовувати середовище для захисту цілісності даних та стійкості до помилок, а також допомогти керувати даними, незалежно від їхнього об'єму. PostgreSQL намагається відповідати стандарту SQL, де така відповідність не суперечить традиційним функціям або може призвести до поганих архітектурних рішень. Багато функцій, які вимагаються стандартом SQL наразі підтримуються, хоча іноді вони мають дещо відмінний синтаксис або функціональність.

Перечислимо основні особливості даної системи контролю бази даних:

1. Підтримувані типи даних

- 1.1. Примітиви: Integer, Numeric, String, Boolean
- 1.2. Структурні типи: Дата/Час, масив, інтервал, UUID
- 1.3. Документи: JSON/JSONB, XML, словник
- 1.4. Геометричні дані: точка, лінія, круг, полігон
- 1.5. Користувацькі: композитний тип, користувацький тип

2. Цілісність даних

- 2.1. Унікальність поля
- 2.2. NOT NULL
- 2.3. Первинний ключ
- 2.4. Зовнішній ключ
- 2.5. Обмеження (Exclusion Constraints)
- 2.6. Явні та рекомендовані блокування

3. Паралельне виконання, продуктивність

- 3.1. Індексування: бінарне дерево, складені, вирази, часткові індекси
- 3.2. Розширене індексування: GiST, SP-Gist, KNN Gist, GIN, BRIN, індекси покриття, фільтри Блума
- 3.3. Планувальник складних запитів, оптимізатор, сканер тільки по індексам, статистика по декільком колонках
- 3.4. Транзакції, вкладені транзакції

- 3.5. Багатоверсійне управління паралельним виконанням
- 3.6. Паралельне виконання запитів на читання та побудова бінарних дерев
- 3.7. Розділення таблиць
- 3.8. Всі рівні ізоляцій транзакцій описані в SQL стандарті, включно з серіалізованістю
- 3.9. Компіляція виразів в режимі реального часу
- 4. Надійність
  - 4.1. WAL-логування
  - 4.2. Реплікація: асинхронна, синхронна, логічна
  - 4.3. Відновлення попередніх станів систем, активне очікування
  - 4.4. Простори таблиць
- 5. Безпека
  - 5.1. Автентифікація: GSSAPI, SSPI, LDAP, SCRAM-SHA-256, за допомогою сертифікатів та інші
  - 5.2. Надійна система контролю доступу
  - 5.3. Безпека на рівнів колонок і записів
- 6. Розширюваність
  - 6.1. Зберігання функцій та процедур
  - 6.2. Процедурні мови: PL/PGSQL, Perl, Python та інші
  - 6.3. Обгортка для зовнішніх даних: підключення до інших баз даних або потоків за допомогою стандартного інтерфейсу SQL.
  - 6.4. Багато розширень, які надають додаткову функціональність
- 7. Інтернаціоналізація, пошук по тексту
  - 7.1. Підтримка міжнародних символів
  - 7.2. Повний пошук по тексту

Доведено, що СУБД PostgreSQL має високу масштабованість як при великій кількості даних, якими вона може керувати, так і при великій кількості одночасних користувачів. В реальних проектах існують активні кластери PostgreSQL, які управляють багатьма терабайтами даних, та спеціалізовані системи, що управляють петабайтами даних.

### 3.2.2. Прикладний рівень

Для розробки прикладного рівня додатку було обрано мову програмування Java та Spring Framework.

#### 3.2.2.1. Java

Мова програмування Java спочатку розроблялася компанією Sun Microsystems, яку ініціював Джеймс Гослінг. Вона пройшла довгий час розвитку, допрацювань, під час яких виправлялися помилки, підвищувалися продуктивність платформи, вносився новий функціонал. Звичайно, ця мова продовжує розвиватися і сьогодні.

Основні особливості мови програмування Java описані в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Особливості мови програмування Java

Особливість	Опис
Об'єктно-орієнтованість	В даній мові програмування майже кожна сутність – це об'єкт. За рахунок того, що кожен клас є потомком класу Object, мова може бути просто розширена
Незалежна від платформи	На відміну від багатьох інших мов програмування, включаючи C та C ++, Java компілюється не в машинний код, а в платформо незалежний байт код. Цей байтовий код поширюється через мережу та інтерпретується віртуальною машиною (JVM) на будь-якій платформі, на якій вона запускається.
Простота	Мова розроблена для простого навчання. Якщо зрозуміти основні концепції ООП, то нею буде відносно легко оволодіти
Безпека	За допомогою функції безпеки дозволяється створювати додатки без вірусів та втручання в систему. Підходи до аутентифікації ґрунтуються на шифруванні публічного ключа.

Архітектурна нейтральність	Компілятор Java генерує архітектурно-нейтральний формат об'єктного файлу, який робить скомпільований код виконуваним для багатьох процесорів за наявності системи запуску Java.
Портативність	Будучи архітектурно-незалежною, вона не залежить від аспектів імплементації дозволяє переносити програми з однієї платформи на іншу.
Надійність	Java намагається усунути ситуації, пов'язані з помилками, за рахунок висвітлення помилок компіляції та помилок на етапі виконання.
Багатопоточність	Завдяки підтримці багатопоточності можна створювати додатки, які будуть виконувати багато операцій одночасно. Ця архітектурна особливість дозволяє розробникам конструювати інтерактивні додатки, які плавно виконуються.
Інтерпретованість	Байт код транслюється в нативні машинні інструкції і ніде не зберігаються. Процес розробки більш швидкий за рахунок слабонавантажених процесів.
Висока продуктивність	За допомогою Just-In-Time компілятора досягається більша продуктивність.
Розподіленість	Java спроектована для розповсюдження середовища через мережу Інтернет.
Динамічність	Дана мова програмування вважається більш динамічною, ніж C або C++, так як була спроектована для адаптації до середовищ, що розвиваються. Програма може справлятися із зростаючою кількістю інформації в процесі виконання, які можуть бути використані для доступу до об'єкту.

Також для пришвидшення розробки додатку було вирішено використати Spring Framework.

### 3.2.2.2. Spring Framework

Spring Framework - це платформа Java, яка надає комплексну підтримку інфраструктури для розробки додатків. Фреймворк бере на себе управління інфраструктурою, щоб дати можливість розробнику зосередитися безпосередньо на створенні додатку.

Spring дозволяє створювати програми з POJO та застосовувати корпоративні сервіси агресивні до POJO. Ця можливість застосовується до моделі програмування Java SE та до повної та часткової Java EE.

Наведемо пару прикладів того, як розробник додатку може скористатися платформою Spring:

- Виконувати метод в транзакції бази даних, не маючи справу з API транзакцій.
- Створити Java метод, точку доступу до HTTP без безпосереднього використання Servlet API.
- Створити обробник повідомлень, не маючи справу з JMS API.

Екосистема фреймворку дуже обширна (рис. 3.2) і включає багато різних компонент, які значно спрощують процес написання додатку. При розробці даної

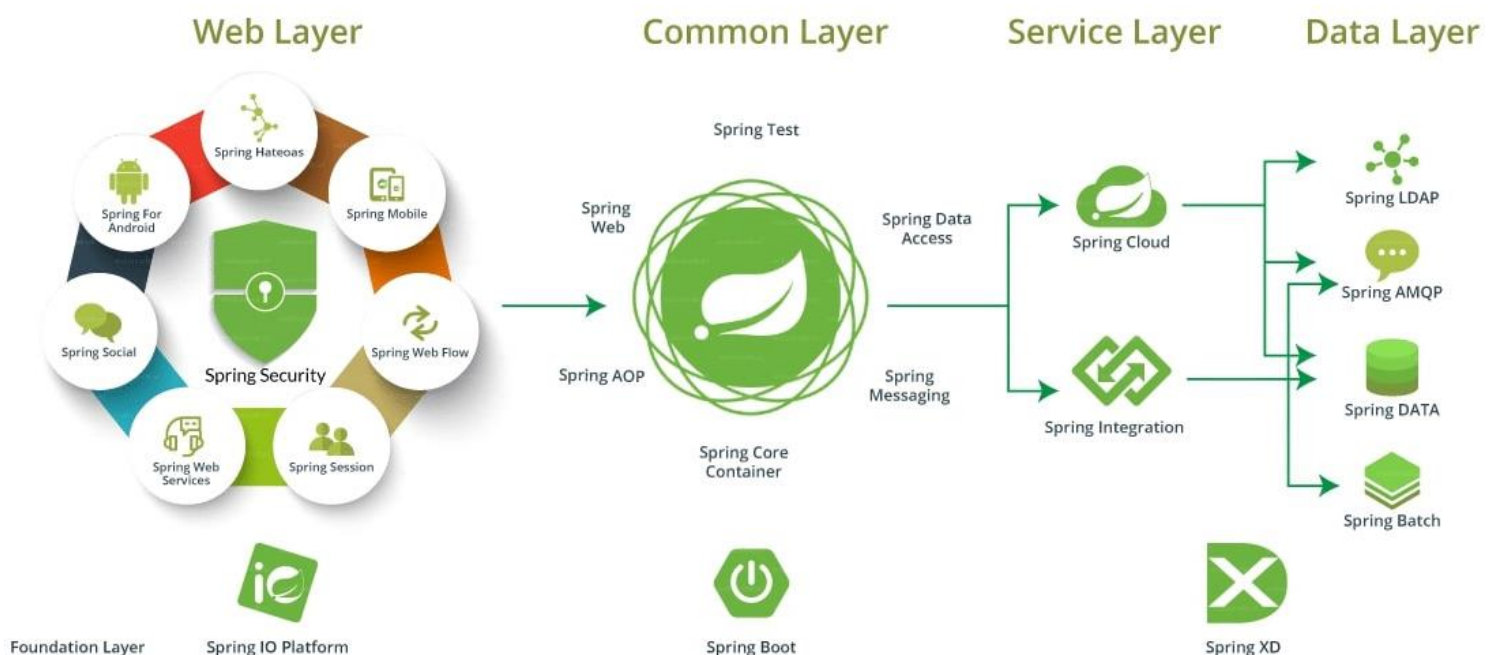


Рисунок 3.2. Екосистема Spring Framework



системи були використані такі компоненти, як Spring Boot, Spring MVC, Spring Data та Spring Security.

### 3.2.2.3. Spring Boot

Spring Boot - це проект, розроблений на основі фреймворку Spring. Він забезпечує простіший і швидший спосіб налаштувати, допомагає налаштовувати та запускати як додатки для робочих столів, так і веб-додатки.

При використанні Spring фреймворку необхідно налаштувати усі параметри рішення для себе самотійно. І як результат, з'являється багато файлів конфігурації, в тому числі описаних XML. Це одна з основних проблем, яку можна вирішити, використовуючи Spring Boot.

Він кмітливо вибирає залежності, автоматично налаштовує всі функції, які потрібні використати використовувати, і дає можливість запустити свою програму одним кліком. Крім того, фреймворк спрощує процес розгортання рішення.

Розглянемо особливості, які роблять його унікальним та простим у використанні.

- Автоматична конфігурація: він налаштовує вашу програму на основі середовища, а також надає розробнику підказки.
- Автономність: Додатки створені на основі Spring Boot є практично повністю автономними. Отже, відпадає необхідність розгортання вашої програми на веб-сервері або в будь-якому іншому спеціалізованому середовищі. Для розгортання достатньо виконати команду «run»

Інтелектуальна автоматична конфігурація намагається автоматично налаштовувати програму, залежно від того, які залежності були підключені. Вона визначається за рахунок аналізу контексту.

Налаштування автоматичної конфігурації надзвичайно простий процес. Вам потрібно лише додати анотацію `@SpringBootApplication` до програми Spring Boot та викликати статичний метод «run», передавши клас із методом `main`, як параметр, як зображено на рис. 3.3.

Також за необхідністю, можна вимикати непотрібні функції і не обов'язково використовувати надлишковий функціонал.

```
package ua.com.kpi.edu;

import org.springframework.boot.SpringApplication;
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication;

@SpringBootApplication
public class PingwinBackendApplication {
    public static void main(String[] args) {
        SpringApplication.run(PingwinBackendApplication.class, args);
    }
}
```

Рисунок 3.3. Налаштування Spring Boot додатку

Для розробки API був використаний Spring MVC.

#### 3.2.2.4. Spring MVC

Концепція Spring Web Model-View-Controller (MVC) розроблена навколо DispatcherServlet, яка надсилає запити до обробників. Обробник по замовчуванню заснований на анотаціях @Controller та @RequestMapping, пропонуючи широкий діапазон гнучких методів обробки. З введенням Spring 3.0 механізм @Controller також дозволяє створювати RESTful API, функціями якого використовуються в даному рішенню.

Для того, щоб розробляти API, в новіших версіях існує анотація @RestController, яка дозволяє повертати відповідь на веб-запит, замість передавання інформації в jsp.

Налаштування проводиться за допомогою анотацій. Можна гнучко налаштувати, шлях, за яким буде доступний метод, сам HTTP метод, тип даних, які повертаються. Наприклад, використавши анотацію @RequestMapping та аргумент produces, можна швидко визначити в якому форматі (наприклад JSON або XML) будуть повертатися дані). Також на рис. 3.4 можна побачити деякі інші анотації, такі як @PathVariable та @RequestBody. @PathVariable вказує на параметр, який знаходиться в url. Як можна побачити, для використання потрібно також вказати, яка саме частина url буде використовуватися, помістивши її в фігурні лапки.

Анотація `@RequestBody` показує, з яким класом співставляти тіло запиту, який прийде на сервер.

Для спрощення конфігурації також існують анотації, для певних HTTP методів. Це, відповідно `@GetMapping`, `@PostMapping`, `@DeleteMapping`, `@PutMapping` тощо.

Для зручності фреймворк надає список констант для медіа типів, HTTP кодів, вхідних параметрів тощо

```
package ua.com.kpi.edu.web.api;

import ...

@RestController
@RequestMapping("/api/v1/topic")
public class TopicController {

    private TopicService topicService;
    private DtoMapper<Topic, TopicDto> mapper;

    public TopicController(@Autowired TopicService topicService,
                           @Autowired @Qualifier("topicDtoMapper") DtoMapper<Topic, TopicDto> mapper) {
        this.topicService = topicService;
        this.mapper = mapper;
    }

    @PutMapping("/{id}")
    @ResponseStatus(HttpStatus.OK)
    public TopicDto updateTopic(@PathVariable Long id, @RequestBody TopicDto topicDto) {
        topicDto.setId(id);
        Topic updatedTopic = topicService.update(topicDto);
        return mapper.toDto(updatedTopic, TopicDto.class);
    }
}
```

Рисунок 3.4. Конфігурація API

Для роботи із базою даних було обрано Spring Data.

#### 3.2.2.5. Spring Data

Головна задача Spring Data полягає у забезпеченні знайомої та консистентної Spring моделі програмування для доступу до даних, зберігаючи при цьому особливі риси базового сховища даних.

Це спрощує використання технологій доступу до даних, як реляційних і не реляційних баз даних. Цей проект, який містить багато підпроектів, специфічних для даної бази даних. Вони розробляються завдяки співпраці з багатьма компаніями та розробниками, які підтримують ці технології.

Особливості фреймворку:

- Потужний репозиторій та індивідуальні абстракції для відображення об'єктів
- Динамічне створення запитів з базуючись на іменах методів репозиторію
- Впровадження базових класів, що забезпечують основні властивості
- Підтримка прозорого аудиту (коли створено, дата останньої зміни)
- Можливість інтеграції власного коду репозиторію
- Розширене інтегрування з Spring MVC контролерами

Для налаштування зв'язку з базою даних можна скористатися анотаціями (рис. 3.5), які вказують на те, як співвідносяться стовпці в таблиці до java класів.

```
package ua.com.kpi.edu.model.entity;  
  
import ...  
  
@Entity  
@Table(name = "topic")  
@Getter  
@Setter  
@ToString  
public class Topic {  
  
    @Id  
    @SequenceGenerator(sequenceName = "topic_id_seq", name = "topic_id_seq_gen", allocationSize = 0)  
    @GeneratedValue(strategy = GenerationType.SEQUENCE, generator = "topic_id_seq_gen")  
    @Column(name = "id", nullable = false)  
    private Long id;  
  
    @Column(name = "name", nullable = false)  
    private String name;  
  
    @Column(name = "order_number")  
    private Long orderNumber;  
  
}
```

Рисунок 3.5. Налаштування зв'язку з базою даних

Додатково, за допомогою анотацій можна конфігурувати зв'язки між таблицями та способи генерації унікальних ідентифікаторів.

Для забезпечення безпеки було використано Spring Security.

### 3.2.2.6. Spring Security

Spring Security надає комплексні сервіси для забезпечення безпеки корпоративних програм на базі J2EE. Особливий акцент робиться на підтримку проектів, побудованих за допомогою Spring Framework.

Spring Security використовується з багатьох причин, але більшість з них стає очевидними після використання особливостей безпеки специфікації сервлету J2EE або специфікації EJB, необхідних для типових сценаріїв корпоративних застосувань. Важливо визнати, що стандарти не переносні на рівні WAT/EAR. Якщо ви змінюєте конфігурацію середовища серверів, зазвичай іде значна кількість зусиль, щоб переналаштувати безпеку програми у новому середовищі виконання. Використання Spring Security вирішує ці проблеми, а також пропонує десятки інших корисних, налаштовуваних функцій безпеки.

Як відомо дві основні сфери захисту додатків - "автентифікація" та "авторизація". Це два основних напрями, для яких був створений Spring Security. На рівні автентифікації Spring Security підтримує широкий спектр моделей автентифікації. Більшість із них надаються або сторонніми особами, або розробляються відповідними стандартизаціями, такими як Робоча група з розробки Інтернет-технологій (Internet Engineering Task Force). Крім того, Spring Security надає власний набір функцій автентифікації. Зокрема, фреймворк наразі підтримує інтеграцію аутентифікації з більшістю популярних технологій.

### 3.2.3. Рівень представлення

Для реалізації рівня представлення в даній системі були використані JavaScript фреймворк Angular та HTML, CSS фреймворк Bootstrap.

#### 3.2.3.1. Angular

Angular це платформа та фреймворк для створення клієнтських додатків базуючись на HTML та TypeScript. Angular було реалізовано мовою програмування TypeScript. Фреймворк реалізує основні та додаткові функції як набір бібліотек TypeScript, що імпортуються в додатки.

Основними блоками додатку, створеному на Angular є NgModules, які надають контекст компіляції для компонент. NgModules збирають відповідний код

у свого роду набори, в залежності від функціональності. Angular додаток визначається набором NgModules. Додаток завжди має як мінімум кореневий модуль, який дозволяє завантажуватися додатку, і зазвичай має багато інших функціональних модулів. Приклад конфігурації модулю можна побачити на рис. 3.6.

Компоненти визначають представлення, які є наборами елементів для відображення, що можна вибирати серед і змінювати відповідно до вашої логіки додатку або даних.

Компоненти користуються сервіси (service), які забезпечують функції, не пов'язані безпосередньо з представленнями. Сервіси можуть бути введені в компоненти як залежності, що робить код модульним, ефективним і надає можливість перевикористання.

Компоненти та сервіси є просто класами, що містять декоратори, які відмічають їх тип, і надають метадані, за допомогою яких Angular визначає, як їх треба використовувати.

```
const teacherRoutes: Routes = [
  {
    path: 'teacher',
    component: TeacherComponent,
    children: [
      {path: 'topic/overview', component: TopicOverviewComponent},
      {path: 'article/create', component: CreateArticleComponent},
      {path: 'profile', component: TeacherProfileComponent}
    ]
  }
];

@NgModule({
  imports: [
    RouterModule.forChild(teacherRoutes),
    ConfirmDialogModule,
    SharedModule,
    TabViewModule
  ],
  exports: [],
  providers: [
    TeacherService,
    ConfirmationService
  ]
})
export class TeacherRoutingModule {
}
```

Рисунок 3.6. Приклад конфігурації Angular модуля

Метадані класу компонент (рис. 3.7) пов'язують його з шаблоном, який визначає представлення. Шаблон об'єднує звичайний HTML з директивами Angular та розмітку, що дозволяє фреймворку змінювати HTML перед відображенням.

```
@Component({
  moduleId: module.id,
  templateUrl: './teacher-profile.component.html',
  styleUrls: ['./teacher-profile.component.css'],
  providers: [TeacherService]
})
export class TeacherProfileComponent implements OnInit {

  lessons: Lesson[] = [];

  constructor(private teacherService: TeacherService) {
  }
}
```

Рисунок 3.7. Приклад конфігурації компоненти Angular

Метадані класу сервісу надають інформацію Angular, за допомогою якої можна зробити її доступною для компонент за допомогою ін'єкцій залежностей.

Компоненти програми зазвичай визначають багато представлень, розташованих ієрархічно. Angular забезпечує службу маршрутизатора, щоб допомогти вам визначити шляхи навігації серед представлень. Клас роутер забезпечує складні навігаційні можливості в браузері.

#### 3.2.3.2. Bootstrap

Bootstrap - це інтуїтивно зрозумілий та потужний фронтенд фреймворк, що орієнтований на мобільність і використовується для швидкого і просте створення веб-сторінок. Він побудований на основі HTML, CSS та JavaScript.

Фреймворк був розроблений Марком Отто та Джейкобом Торнтоном з компанії Twitter. В серпні 2011 року він був випущений як продукт з відкритим вихідним кодом на GitHub.

В фреймворку Bootstrap є ряд переваг, які допомагають в розробці клієнтської частини додатку, а саме:

- Зосередження на мобільності - Bootstrap містить структуру стилів, які допомагають мобільності і знаходять в одному файлі замість поділу на окремі
- Підтримка браузерів - підтримується всіма популярними браузерами

- Легко почати роботу. Маючи знання HTML та CSS можна швидко почати роботу з Bootstrap. Також можна знайти вичерпну документацію на офіційному сайті Bootstrap
- Адаптивний дизайн - адаптивний CSS працює на настільних комп'ютерах, планшетах та мобільних пристроях
- Забезпечує чисте та однорідне рішення для створення інтерфейсу розробниками
- Він містить гарні та функціональні вбудовані компоненти, які легко налаштовувати
- Надає можливість веб-кастомізації
- Має відкритий сирцевий код

В пакет фреймворку входять наступні компоненти:

- Каркас - Bootstrap забезпечує базову структуру з системою розмітки, стилями та фоном.
- CSS - Bootstrap поставляється з функцією глобальних налаштувань CSS, основних HTML-елементів, стилізованих та розширених CSS класами, а також розширеної системи розмітки.
- Компоненти – фреймворк містить більше десятка компонент для багаторазового використання, створені для забезпечення ілюстрацій, випадаючих меню, навігації, сповіщень, спливаючих вікон та багато іншого.
- Плагіни JavaScript - Bootstrap містить більше десятка користувацьких плагінів jQuery. Їх можна легко включити усі або один за одним.
- Кастомізація – існує можливість налаштувати компоненти Bootstrap, LESS змінні та jQuery плагіни, щоб отримати власну версію.

Як уже було сказано, зв'язок між прикладним рівнем та рівнем представлення було реалізовано, як RESTful API.



### 3.3.RESTful API

При розробці підходу REST або RESTful API (Representational State Transfer) намагалися перейняти переваги уже існуючих протоколів. Хоча він може використовуватися практично з будь-яким протоколом, зазвичай при його реалізації надають перевагу HTTP і застосовують для реалізації Web API (Rouse, 2016). Це означає, що розробникам не потрібно встановлювати бібліотеки або додаткове програмне забезпечення, щоб скористатися перевагами підходу API REST. Перш за все підхід відомий через неймовірний рівень гнучкості. Оскільки дані не прив'язані до методів та ресурсів, REST має можливість обробляти різні типи викликів, повертати різні формати даних і навіть структурно змінюватися, у відповідності з правильною реалізацією гіпермедіа [11].

Свобода та гнучкість, притаманна дизайну REST API, дозволяє створювати API, який буде відповідає вашим потребам, а також задовольняти потреби самих різнопланових клієнтів. На відміну від SOAP, REST не обмежується XML, і замість цього може повертати XML, JSON, YAML або будь-який інший формат залежно від того, що запитує клієнт. І на відміну від RPC, користувачі не повинні знати імена процедур або конкретні параметри в певному порядку.

Однак існують і недоліки REST API. Під час використання REST втрачається можливість зберігати стан, наприклад, у межах сеансів, і для недосвідчених розробників це може бути складніше для розуміння. Важливо також зрозуміти, що робить REST API RESTful, і чому ці обмеження існують взагалі.

Хоча більшість API стверджують, що вони використовують саме REST, їхні інтерфейси не відповідають вимогам та обмеженням, затвердженим доктором Філдінгом. Існує шість ключових обмежень для проектування REST API, розглянемо кожен з них.

#### 3.3.1. Клієнт-сервер

Клієнт-серверний обмеження працює на концепції, що клієнт і сервер повинні бути відокремлені один від одного і дозволяє кожному з них розвиватися індивідуально та незалежно. Іншими словами, існує можливість вносити зміни в мобільну програму, не впливаючи ні на структуру даних, ні на структуру бази

даних на сервері. У той же можна змінити базу даних або вносити зміни серверну частину без впливу на мобільного клієнта. Це створює роздільність необхідних рішень, що дозволяє кожній програмі зростати і масштабувати незалежно від іншого, а також швидко і ефективно розвиватися.

### 3.3.2. Відсутність стану

API REST не зберігає стану, а це означає, що виклики можна здійснювати незалежно один від одного, і кожен виклик містить всі дані, необхідні для успішного завершення. Інтерфейс не повинен покладатися на дані, що зберігаються на сервері або сесіях, щоб визначати, що робити із запитом, а скоріше покладатися тільки на дані, які надаються саме цим запитом. Ідентифікаційна інформація не зберігається на сервері під час здійснення запитів. Замість цього кожен з них має необхідні дані, наприклад, ключ API, маркер доступу, ідентифікатор користувача тощо. Це також допомагає підвищити надійність API, тому що маючи серію запитів зі станом сервера для створення об'єкта, можна час від часу отримувати помилки. З іншого боку, щоб зменшити вимоги до пам'яті та максимально масштабувати ваш додаток, RESTful API вимагає, щоб будь-який стан зберігався на машині клієнта.

### 3.3.3. Кешування

Зважаючи на те, що API не має статусу, це може збільшити ресурсоємність запити, обробляючи велику кількість вхідних та вихідних запитів, API REST повинен бути розроблений таким чином, щоб кешувати усі дані, якщо це можливо. Коли дані кешуються, відповідь повинна вказувати на те, що дані можуть зберігатися до певного часу або у випадках, коли дані повинні бути в режимі реального часу, щоб відповідь не була кешована клієнтом. Реалізавши це критичне обмеження, ви не тільки значно зменшите кількість взаємодій із API, а також зменшите використання внутрішнього сервера, і надасте користувачам API інструменти, необхідні для забезпечення найшвидших та ефективних програм. Кешування виконується на стороні клієнта. Хоча ви можете зберігати деякі дані у вашій архітектурі для виконання загальної продуктивності, наміром є повідомити клієнта про те, чи потрібно обробляти дані, чи можливо їх тимчасово зберегти.

### 3.3.4. Уніфікований інтерфейс

Ключ до розв'язки клієнта з сервера - уніфікований інтерфейс, що дозволяє самостійно розвивати додаток, не маючи служб, моделей чи дій програми, тісно пов'язаних з самим шаром API. Єдиний інтерфейс дозволяє клієнту обмінюватися запитами з сервером в один спосіб, незалежно від структури прикладного рівня. Цей інтерфейс повинен забезпечити незмінний, стандартизований спосіб спілкування між клієнтом і сервером, наприклад, використання HTTP з ресурсами URI, CRUD (CREATE, READ, UPDATE, DELETE) та JSON.

### 3.3.5. Багаторівнева система

Багаторівнева система являє собою систему, що складається з рівнів, причому кожен з яких має певну функціональність і зону відповідальності. Якщо думати в рамках MVC, кожен шар має свої власні обов'язки. Кожен рівень є окремим, але при цьому взаємодіє з іншим. Такий самий принцип є справедливим і у дизайні REST API також, адже різні шари архітектури працюють разом, щоб створити ієрархію, що допомагає створити більш масштабовану та модульну програму.

Також дана структура дозволяє інкапсулювати застарілі системи та переміщати рідше доступних функцій до спільного посередника, в той час відділяючи від них сучасніші та більш використовувані компоненти. Ще оскільки багаторівнева структура дозволяє зупинити атаки на рівні проксі-сервера або в інших шарах, перешкоджаючи їм перейти до вашої фактичної архітектури сервера. Використовуючи її з проксі-сервером або створюючи єдину точку доступу, можна зберігати критичні та більш вразливі аспекти своєї архітектури за брандмауером, запобігаючи безпосередній взаємодії з ними клієнтом. Таким чином, чим більше рівнів безпеки реалізовано у системі, тим більше шансів запобіганню атак.

### 3.3.6. Код по вимозі

Можливо, найменш відоме з шести обмежень, і єдине необов'язкове обмеження, «Код по вимозі» дозволяє коду передаватися через API для використання в додатку. По суті, це створює розумний додаток, який більше не залежить лише від власної структури коду.

Разом ці обмеження складають теорію REST. Кожне послідовне обмеження створюється на основі попереднього, і в кінцевому підсумку створює досить складний, але потужний і гнучкий інтерфейс програми. Але найголовніше, ці обмеження складають архітектуру, яка працює так само, як ми отримуємо доступ до сторінок у наших браузерів у всесвітній мережі.

Структура бази даних була розроблена у відповідності із функціоналом, який має бути присутнім в системі. Розглянемо детальніше структуру.

3.4.Структура бази даних

На схемі бази даних (рис. 3.8) зображені тільки ті сутності, які додалися до навчального порталу та сутності із полями, необхідними для того, щоб пояснити роботу системи.

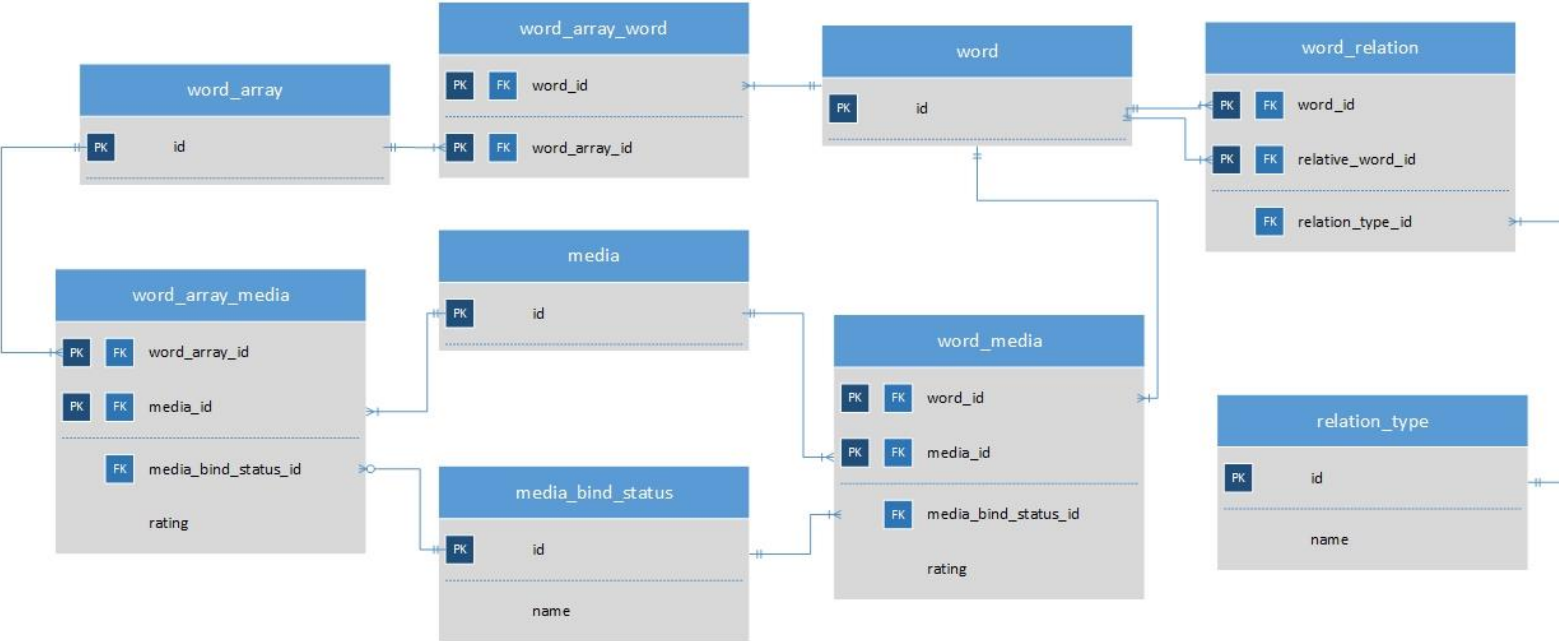


Рисунок 3.8. Схема бази даних додатку

В табл. 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 описані додані сутності даних.

Таблиця 3.2

Опис структури таблиці масиву слів (фрази)

Таблиця	Поле	Тип поля	Опис
word_array	id	Integer	Унікальний ідентифікатор масиву слів (фрази)

Для зв'язку багато до багатьох між сутностями слова та масиву слів була створена таблиця word\_array\_word.

Таблиця 3.3

Опис структури проміжної таблиці масиву слів та слова

Таблиця	Поле	Тип поля	Опис
word_array_word	word_array_id	Integer	Унікальний ідентифікатор масиву слів (фрази)
	word_id	Integer	Унікальний ідентифікатор слова

Для забезпечення зв'язку між словом та перекладом були створені 2 таблиць – word\_array\_media та word\_media.

Таблиця 3.4

Опис структури таблиці для зв'язку масиву слів з перекладом

Таблиця	Поле	Тип поля	Опис
word_array_media	word_array_id	Integer	Унікальний ідентифікатор масиву слів (фрази)
	media_id	Integer	Унікальний ідентифікатор відео
	media_bind_status_id	Integer	Статус перекладу варіанту перекладу
	rating	Decimal	Рейтинг перекладу

Таблиця 3.5

## Опис структури таблиці для зв'язку слова з перекладом

Таблиця	Поле	Тип поля	Опис
word_media	word_id	Integer	Унікальний ідентифікатор слова
	media_id	Integer	Унікальний ідентифікатор відео
	media_bind_status_id	Integer	Статус перекладу варіанту перекладу
	rating	Decimal	Рейтинг перекладу

Для того, щоб визначити, можна показувати користувачам даний варіант перекладу використовується статус перекладу. На даний момент він має 2 статуси: Planned (Не підтверджений), Approved (Підтверджений).

Таблиця 3.6

## Опис структури таблиці статусу

Таблиця	Поле	Тип поля	Опис
media_bind_status	id	Integer	Унікальний ідентифікатор статусу
	name	Varchar	Назва статусу

Для того, щоб мати можливість розширеної взаємодії із словами, в системі передбачена табличка word\_relation, яка вказує, як саме слова відповідають один одному.

Таблиця 3.7

## Опис структури таблиці відношень між словами

Таблиця	Поле	Тип поля	Опис
word_relation	word_id	Integer	Унікальний ідентифікатор слова
	relative_word_id	Integer	Унікальний ідентифікатор зв'язаного слова
	relation_type_id	Integer	Тип зв'язку

Типи описуються в таблиці relation\_type.

Таблиця 3.8

## Опис структури таблиці типу відношень між словами

Таблиця	Поле	Тип поля	Опис
relation_type	id	Integer	Унікальний ідентифікатор типу
	name	Varchar	Назва типу

Тепер, коли визначено технології і підходи для розробки, можна визначити вимоги до параметрів системи, на які буде працювати користувач.

## 3.5. Вимоги до машини користувача

Для коректної роботи серверної частини додатку має використовуватися машина з такими мінімальними характеристиками:

- Процесор з частотою 1.8 Гц
- Об'єм оперативної пам'яті 4 ГБ
- HDD або SSD накопичувач з об'ємом 50 Гб
- Доступ до мережі Інтернет

Виходячи із специфіки роботи додатку для коректної роботи клієнтської частини необхідні такі мінімальні характеристики:

- Встановлений браузер Internet Explorer версії 10 або вище
- Встановлений браузер Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox, або інші браузери, що використовують той самий движок

- Наявність підключення до мережі Інтернет
- Наявність мікрофону (у випадку користування функцією введення голосом)
- Наявність камери (у випадку користування функцією пропозиції перекладу)

#### Висновки до розділу

В даному розділі було описано вимоги до додатку та архітектура всієї системи, та окремих рівнів, базуючись на цих вимогах. Також були спроектовані структура бази даних і обрані технології для розробки. На основі обраної архітектури, функціональних вимог та схеми бази даних було розроблено систему для спілкування дітей з вадами слуху. Отже, можемо перейти до тестування системи та створення інструкції для користувачів.



#### 4. КЕРІВНИЦТВО КОРИСТУВАЧУ

Для початку роботи з програмою необхідно виконати реєстрацію. Для реєстрації користувач має виконати наступну послідовність дій:

1. Перейти на веб-сайту
2. Натиснути кнопку «Реєстрація»
3. Заповнити поля «Електронна пошта», «Пароль» та «Повторити пароль»
4. Після введення даних натиснути кнопку «Зареєструватися»

Після цього для користувача з'явиться можливість увійти в систему. Для входу в систему необхідно на головній сторінці сайту ввести свою електронну пошту і пароль у відповідних полях і натиснути кнопку «Війти».

Після входу в систему користувач потрапляє на сторінку свого профілю (рис. 4.1), де відображається загальна інформація про користувача, а також панель навігації по сайту.

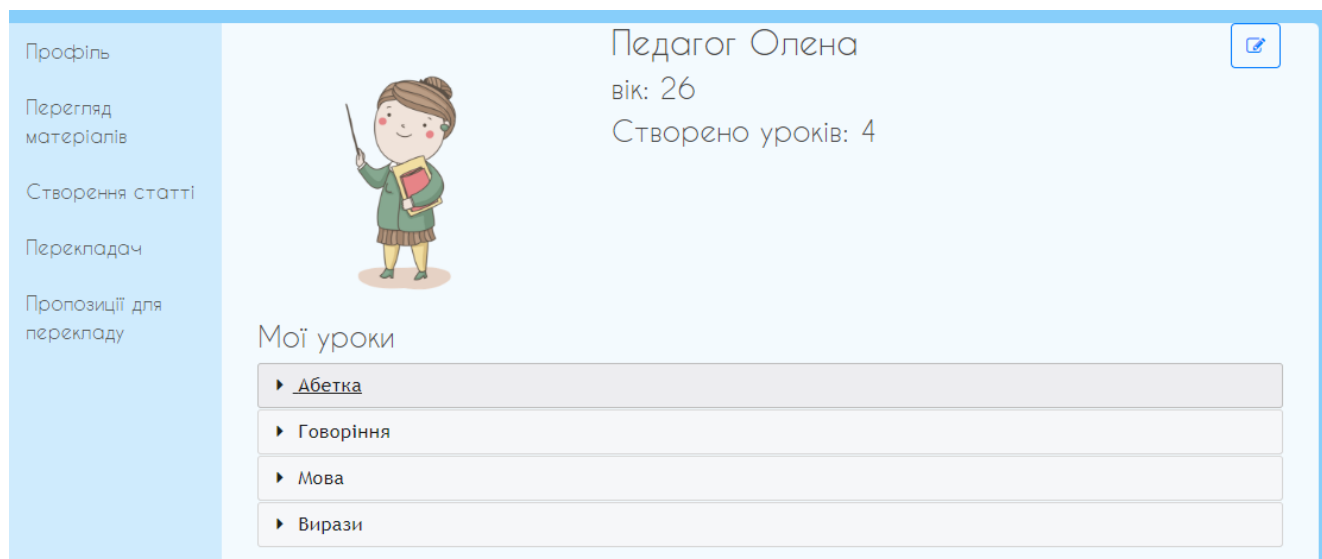


Рисунок 4.1. Сторінка профілю учителя

Розглянемо послідовність дій, які необхідні користувачу для того, щоб перекласти фразу.

##### 4.1. Керівництво для користувача «Учень»

Для початку треба виконати вхід систему та перейти на вкладку перекладач (рис. 4.2).

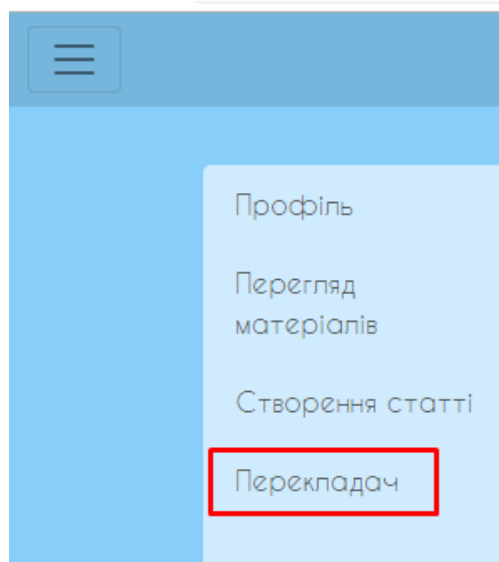


Рисунок 4.2. Вкладка перекладач

Після цього користувачу відкриється вікно із полем для вводу інформації, яке зображене на рис. 4.3 . Данні можна ввести як безпосередньо за допомогою клавіатури, так і природньою мовою. При виборі другого варіанту користувачу необхідно натиснути на кнопку із зображенням мікрофону.

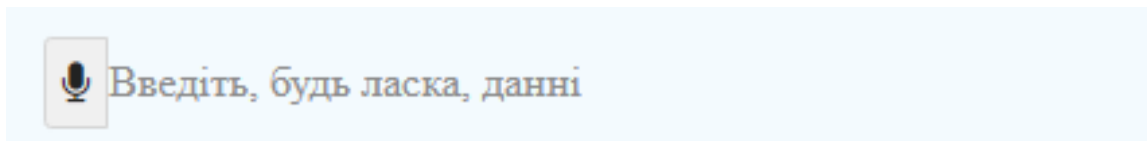


Рисунок 4.3. Поле для вводу даних

Після вводу інформації користувач може відредагувати її в разі потреби. Процес перекладу почнеться після натиску на кнопку «Переклад».

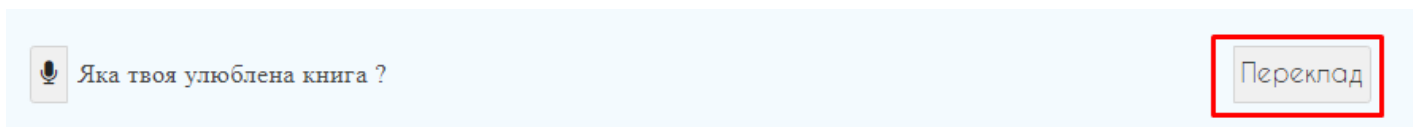


Рисунок 4.4. Кнопка «Переклад»

Під час перекладу, слово або фраза, яка перекладається будуть виділені, а над текстом буде відображатися відео з відповідником в українській мові жестів (рис. 4.5).

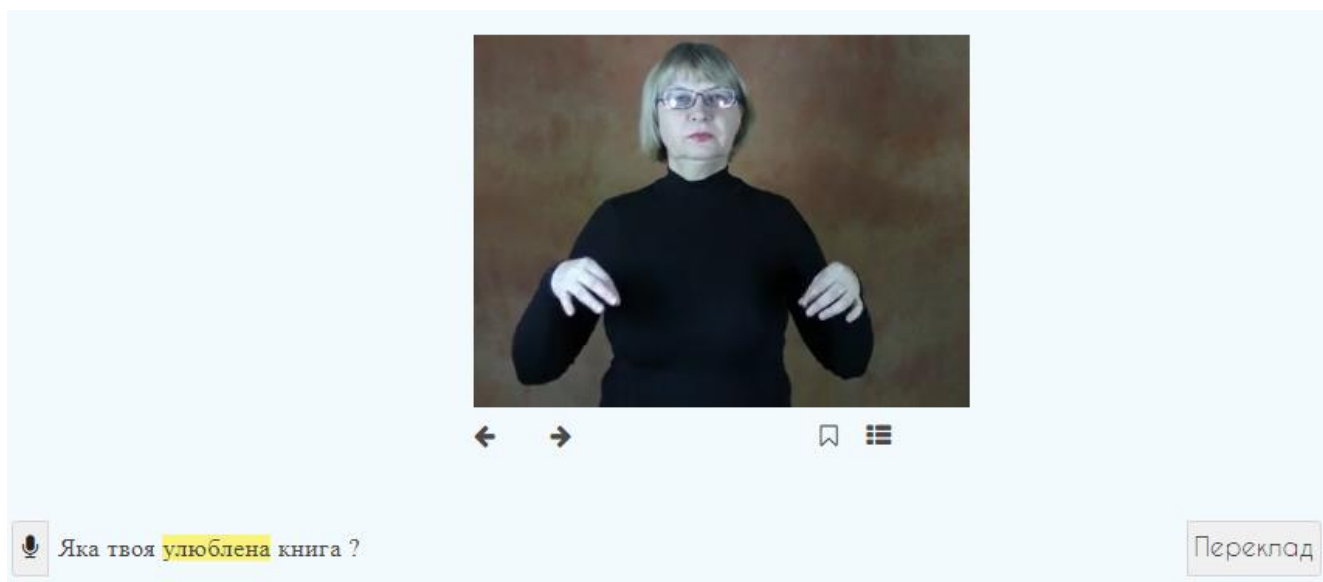


Рисунок 4.5. Процес перекладу слова

Для того, щоб перейти на попереднє чи наступне слово, можна скористатися кнопками із зображеннями стрілок вліво і право, відповідно (рис. 4.6).

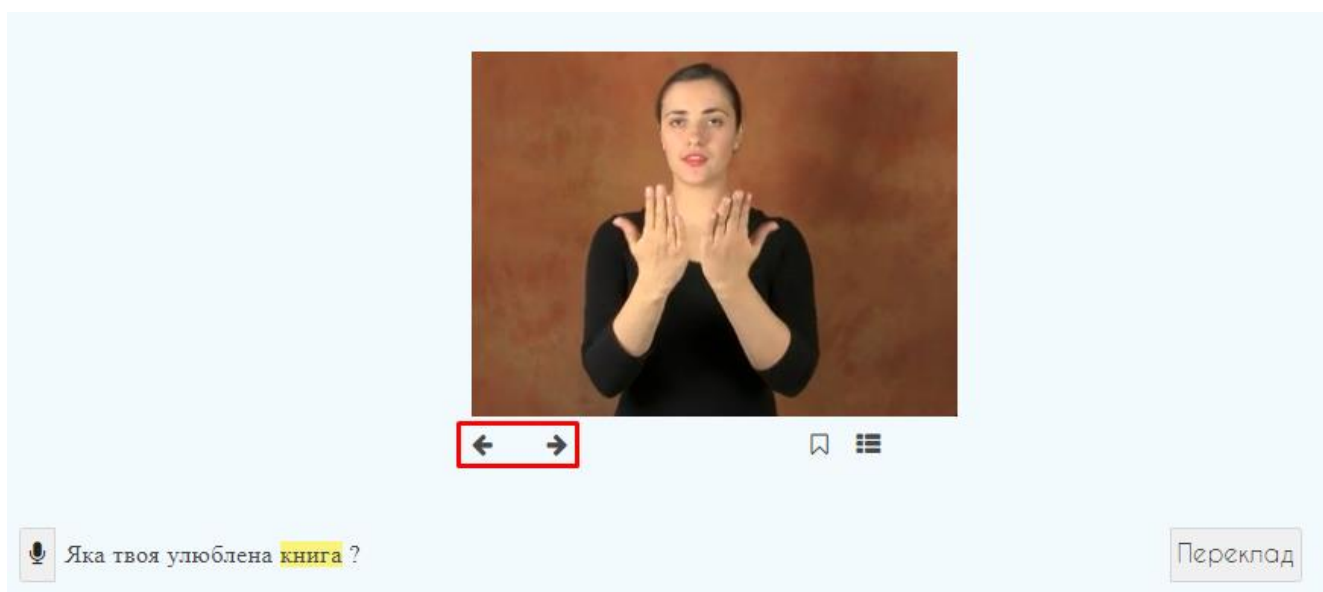


Рисунок 4.6. Стрілки для переходу на попереднє і наступне слово

Якщо користувач знайшов невідоме слово, чи хоче додатково повторити його, то він може скористатися функцією додавання слова в словник. Після цього він буде доступний в особистому словнику користувача, а також з'явиться можливість проводити вправи із цим словом. Для додавання можна скористатися кнопкою, що зображена на рис. 4.7.

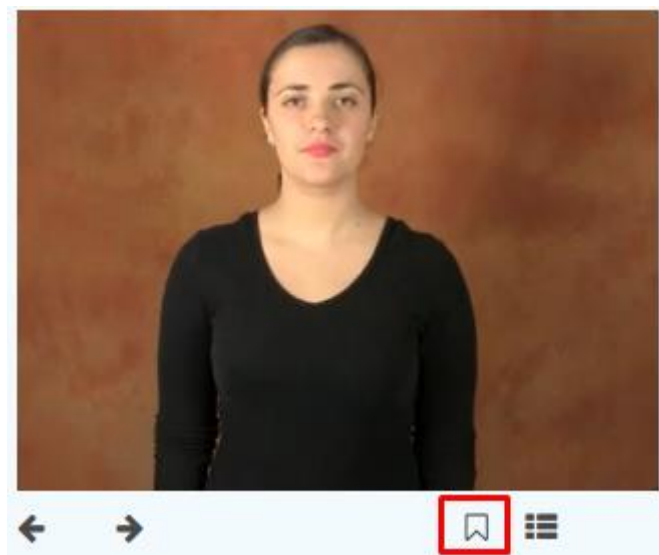


Рисунок 4.7. Кнопка для додавання в закладки

Також, за бажанням, користувач може розглянути альтернативні варіанти перекладу. Для цього йому потрібно скористатися кнопкою, яку можна побачити на рис. 4.8.

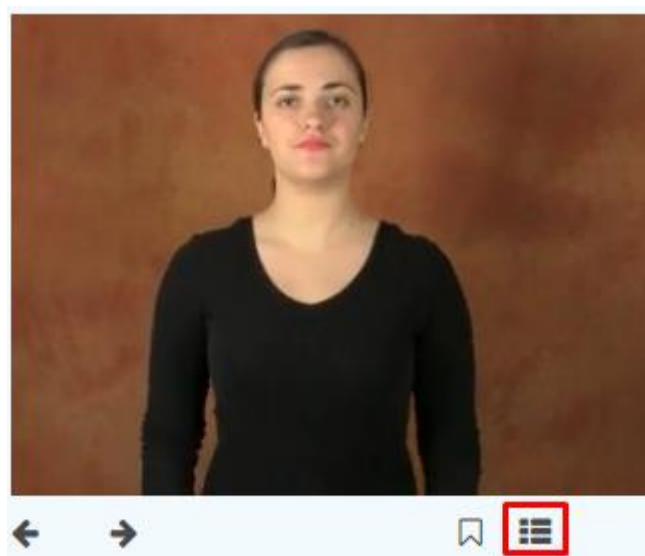


Рисунок 4.8. Кнопка для перегляду альтернативних варіантів перекладу

Після натискання на кнопку, користувачу буде показано спливаюче вікно з різними варіантами перекладу слова. Учень може обрати новий переклад, натиснути «Зберегти», або ж відмінити зміни, натиснувши кнопку «Відмінити». Вигляд вікна зображено на рис. 4.9.

## Оберіть варіант перекладу книга

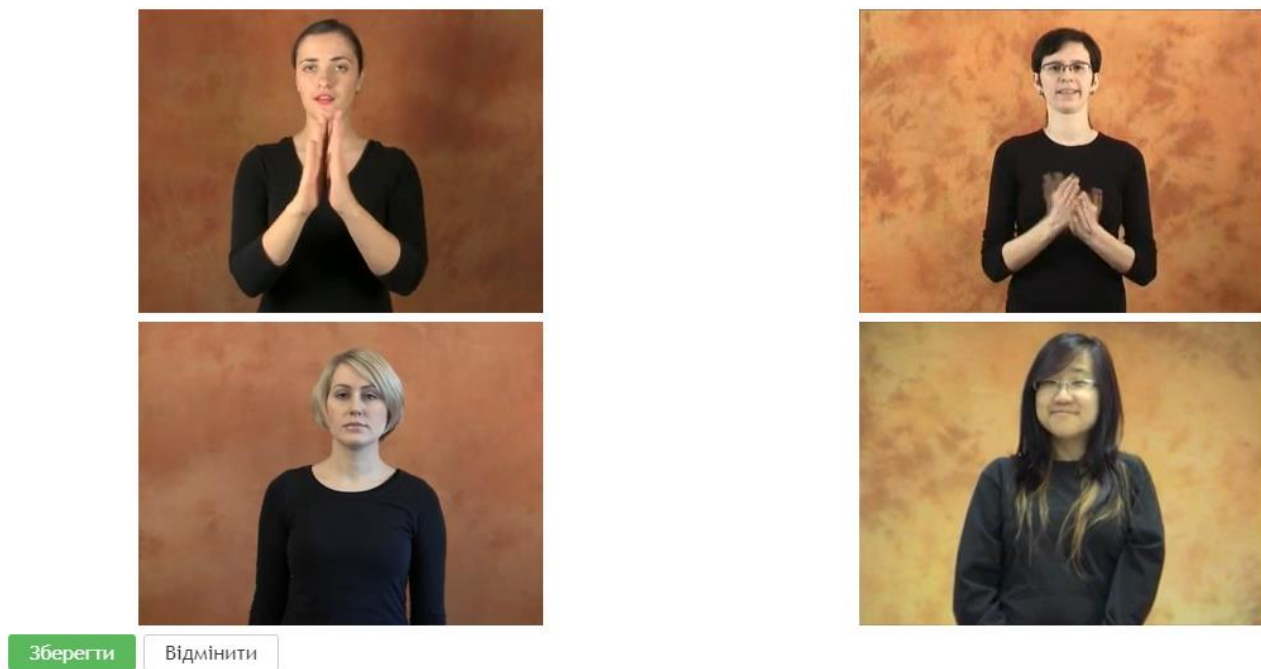


Рисунок 4.9. Вікно для вибору варіанту перекладу.

Після вибору нового слова інформація буде відображатися уже з варіантом, який обрав користувач (рис. 4.10).

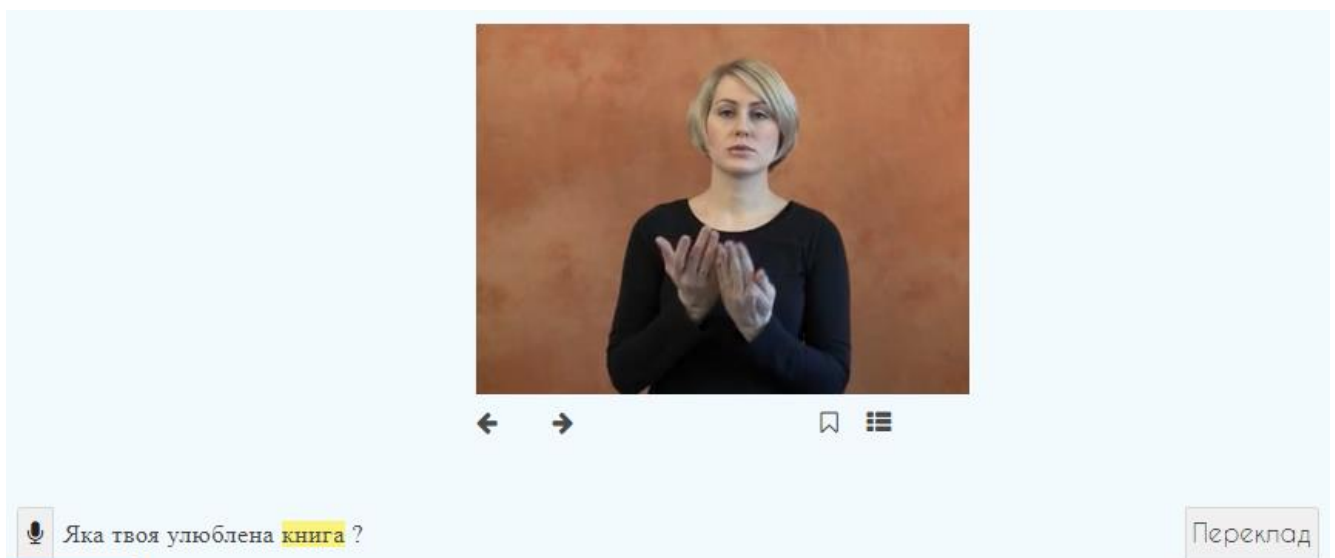


Рисунок 4.10. Переклад слова після зміни

### 4.2. Керівництво для користувача «Учитель»

Як було згадано раніше, для користувача з роллю «Учитель» доступні усі функції, що і для учня і також присутні деякі додаткові функції.

Для того, щоб продивитися запропоновані слова учителю необхідно перейти на вкладку «Пропозиції для перегляду» (рис. 4.11).

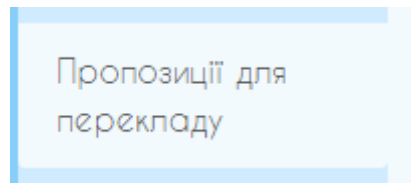


Рисунок 4.11. Вкладка «Пропозиції для перегляду»

Після цього з'явиться список запропонованих перекладів, як зображено на рис. 4.12. Користувач може після ознайомлення підтвердити, або скасувати даний варіант перекладу.

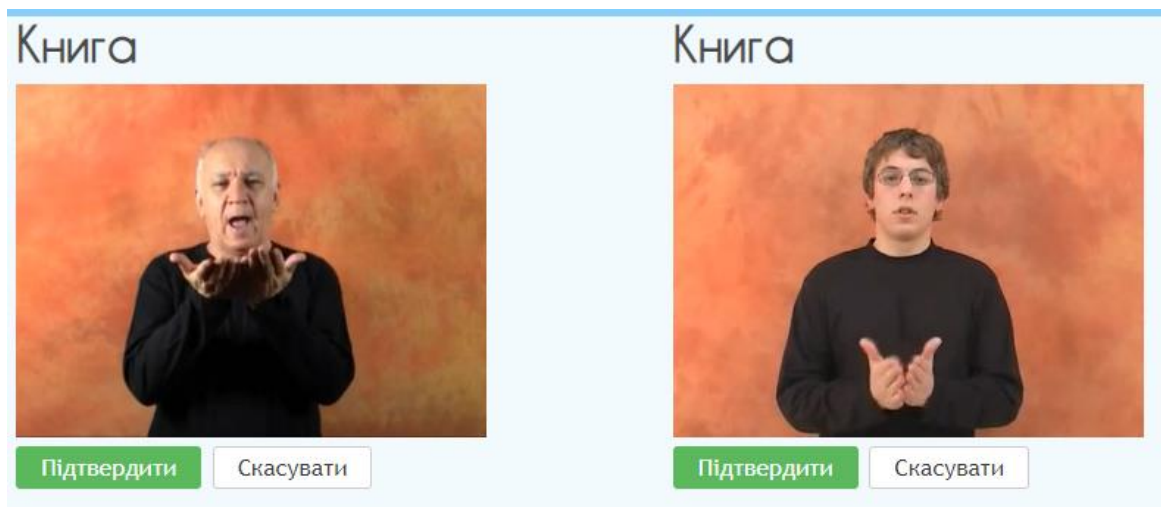


Рисунок 4.12. Підтвердження варіанту перекладу

Для того, щоб побачити синоніми слова, можна скористатися кнопкою синоніми в меню слова (рис. 4.13).

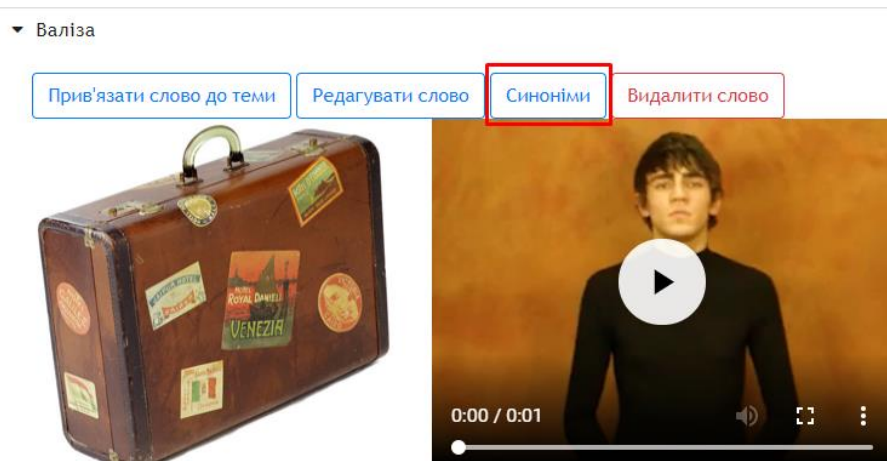


Рисунок 4.13. Кнопка «Синоніми»

Після натискання з'явиться спливаюче вікно з відображенням інформації про синоніми. Виглядає вікно так, як на рис. 4.14 .

## Синоніми до слова **валіза**

Саквояж Видалити Чемодан Видалити Новий синонім Додати

Рисунок 4.14. Спливаюче вікно із синонімами

Також учитель може видалити існуюче слово із синонімів, або додати нове, скориставшись відповідними кнопками.

### 4.3.Висновки до розділу

Було реалізовано систему спілкування для дітей з вадами слуху. На основі результатів роботи програми було створене керівництво для користувачів, які мають ролі «Учень» і «Учитель». В керівництво було включено опис таких операцій, як введення даних, та його редагування, знаходження слова, що перекладається та навігуватися по тексту для перекладу. Також було включено процедуру вибору іншого варіанту перекладу і додавання слова в словник. Для ролі «Учитель» додатково було описано процес додавання та видалення синонімів до слів та підтвердження пропозицій щодо перекладу слів.

Отже, ми можемо переходити до маркетингово аналізу стартап-проекту.

## 5. МАРКЕТИНГОВИЙ АНАЛІЗ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Проведемо маркетинговий аналіз стартап проекту задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження.

### 5.1.Опис ідеї проекту

Розглянемо зміст ідеї, можливі напрямки застосування та основні вигоди, які може отримувати користувач від проекту.

Таблиця 5.1

Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розробити систему для спілкування для дітей з вадами слуху	Переклад мови жестів вдома	Можливість спілкуватися на мові жестів за межею спеціалізованих закладів
	Частина платформи для навчання	Розширення платформи для навчання, за рахунок перекладача, яке може привабити нових клієнтів
	Використання у спеціалізованих школах	Використання педагогом як додатковий медіа компонент при навчанні дітей з вадами слуху

Тепер визначимо які техніко-економічні переваги має даний додаток над іншими існуючими рішеннями. Проведемо порівняння з найближчими аналогами, а саме ProDeaf, iCommunicator.



Таблиця 5.2

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	Продукція конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	ProDeaf	iCommunicator			
1	Ліцензія	Безкоштовна	Безкоштовна	Частково безкоштовна	Потрібно знаходити додаткові джерела фінансування		Дозволяє залучити більше клієнтів
2	Кросплатформеність	Є	ОС Android	ОС Windows			Дозволяє запускати додаток на будь-якій платформі з браузером
3	Введення тексту	Є	Є	Є		+	
4	Введення за допомогою голосу	Є	Є	Є		+	
5	Розширюваний словник	Є	Нема	Нема			+
6	Українська мова жестів	Є	Нема	Нема			Додаток орієнтований на український ринок
7	Переклад фраз	Є	Є	Є		+	
8	Словник	Є	Є	Є		+	

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

## 5.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Проведемо аудит технологій, за допомогою яких можна реалізувати ідею проекту та визначимо технологічну здійсненність ідеї проекту.

Таблиця 5.3

### Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Розпізнавання мовлення	Google speech API	Наявна	Середньодоступна
2		Бібліотека CMUSphinx	Наявна	Середньодоступна
Переклад на українську мову жестів, наповнення та редагування словника				
3	Прикладний рівень	Додаток на основі Spring Framework, який оброблятиме запити користувача	Необхідно розробити	Доступна
4	Рівень даних	База даних, яка буде зберігати зв'язки «Слово/Фраза – Переклад» та інформацію про користувача	Необхідно розробити	Доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Розробляється система перекладу природної мови на українську мову жестів, наповнення та редагування словника, збереження даних про користувачів із використанням сторонніх бібліотек для розпізнавання природної мови				

Проаналізувавши інформацію вище можна зробити висновок, що технологічна реалізація проекту присутня, так як усі технології є доступними або ж середньодоступними. Реалізація перекладу української мови, наповнення та

редагування словника хоч і не наявна зараз, але її розробка не складе складнощів. Тож можемо переходити до аналізу ринкових можливостей запуску стартап-проекту.

### 5.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту.

Таблиця 5.4

#### Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	5
2	Загальний обсяг продаж, грн./ум.од	2200 в рік
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Наявність перекладача
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Практично відсутні
6	Середня норма рентабельності в галузі або по ринку, %	18%

Враховуючи те, що найкраща пропозиція для депозиту в надійному банку складає 16% , а також кількість основних гравців, зростаючу динаміку ринку, майже відсутні обмеження для входу на ринок, можна зробити висновок, що на даний момент, ринок для входження стартап-продукту є привабливим.

Таблиця 5.5

## Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту.

№	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Можливість додатково розвивати навички спілкування за межами спеціальних закладів	Батьки дітей із вадами слуху	-	Коректність перекладу, зручність у використанні, можливість зберігати інформацію
2	Розширення способів навчання дітей	Спеціалізовані заклади, викладачі	Різні методики викладання	Коректність перекладу, зручність у використанні, можливість зберігати інформацію, вносити власні корективи

Після визначення потенційних груп клієнтів проведемо аналіз ринкового середовища: складемо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають. Фактори в табл. 5.6, 5.7 подаються в порядку зменшення значущості.

Таблиця 5.6

## Фактори загроз

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Конкуренти	Наявність конкурентів котрі надають схожі рішення	Розробка унікальних характеристик товару; Подальша підтримка системи

Продовження таблиці 5.6

2	Кошти на розробку та підтримку продукту	Закінчення грошей та недостатнє фінансування	Пошук альтернативних джерел фінансування, таких як реклама в додатку, нових інвесторів, пошук дешевших рішень для розгортки системи та зберігання даних
3	Низька швидкість каналу передачі даних	Користувачі втрачають інтерес до системи через довгий час відгуку сторінки	Оптимізація додатку, використання кешування даних, оптимізація даних, що передаються з метою зменшення об'єму цих даних

Таблиця 5.7

## Фактори можливостей

№	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Новий продукт	Надання нових рішень у сфері	Розробка унікальних характеристик товару
2	Українська мова жестів	Наявність перекладу на українську мову жестів	Розширення словника, залучення більшої кількості спеціалістів для забезпечення точності перекладу
3	Безкоштовність	За рахунок безкоштовності система буде більш привабливою для користувачів	Пошук альтернативних джерел фінансування, таких як реклама в додатку, нових інвесторів, пошук дешевших рішень для розгортки системи та зберігання даних для можливості надалі зберігати продукт безкоштовним

Далі наведено результат проведеного аналізу пропозиції де визначаються загальні риси конкуренції на ринку.

## Ступеневий аналіз конкуренції ринку

№	Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	Тип конкуренції: Чиста конкуренція	Хоча кількість конкурентів не є великою, але поява нових гравців не є ускладненою	Реклама, покращення якості системи
2	Рівень конкурентної боротьби: Національний	Рішення можуть використовувати в начальних закладах на всій території держави	Розширення словника слів
3	Галузева ознака: Внутрішньогалузевий	Конкуренція в сфері освіти	Розробка нового функціоналу, контроль коректності даних
4	Конкуренція за видами товарів: Товарно-родова	Різні методи перекладу	Вдосконалення графічного інтерфейсу, алгоритмів перекладу
5	Характер конкурентних переваг: Нецінова	Більшість конкурентів також безкоштовні	Постійний розвиток та оновлення, враховування побажань замовників.

6	За інтенсивністю: Марочна	Пропозиція схожого сервісу, спільна цільова аудиторія	Інформування ринку щодо якості використовуваної новаторської системи, розширення функціоналу
---	------------------------------	---	--

Далі наведено огляд аналізу конкуренції, де проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі

Таблиця 5.9

## Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	ProDeaf Surdophone iCommunicator	Spread the sign	Відсутні	Клієнти можуть бути невдоволені наявною функціональністю	Товари, які б задовольняли усі вимоги практично відсутні
Висновки	Відсутня монополія зі сторін даних конкурентів, тому вихід на ринок не має додаткових ускладнень.	При розширенні функціональності може стати конкурентом. Невелика кількість необхідних вимог.	Відсутні	Клієнти вносять побажання, що доцільно брати до уваги при розробці продукту.	Відсутні

Проаналізувавши можливості роботи на ринку з огляду на конкурентну ситуацію можна зробити висновок, кожен із існуючих продуктів не задовольняють в повній мірі потреб ринку і тому вихід на даний ринок є можливою і реалізованою задачею.

Для виходу на ринок продукт має мати функціонал, відсутній у конкурентів та максимально відповідати побажанням користувачів.

Таблиця 5.10

#### Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Цінова політика	Отримання прибутку здійснюється в основному за рахунок реклами, що дає змогу зробити використання додатку безкоштовним
2	Точність перекладу	Моніторинг варіантів перекладу із сторони спеціалістів забезпечує більшу його точність
3	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс	Користувачам легше взаємодіяти із системою
4	Частина платформи для навчання	Значне розширення функціоналу системи рахунок того, що вона є підсистемою для навчальної платформи

За визначеними факторами конкурентоспроможності проведемо аналіз сильних та слабких сторін стартап проекту.

Таблиця 5.11

#### Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні із Surdophone						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Цінова політика	16			+				
2	Точність перекладу	18				+			
3	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс	15				+			
4	Наявність додаткового функціоналу	18						+	



Продовження таблиці 5.11

5	Точність розпізнавання природної мови	16				+			
6	Локалізація	20							+

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 5.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 5.11).

Таблиця 5.12

## SWOT аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони (S):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Висока точність перекладу</li> <li>• Наявність додаткового функціоналу</li> <li>• Наявність локалізації</li> </ul>	<p>Слабкі сторони (W):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Цінова політика</li> <li>• Відносна складність розробки</li> </ul>
<p>Можливості (O):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Розширення функціоналу</li> </ul>	<p>Загрози (T):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостатнє фінансування</li> <li>• Поява конкурентів</li> </ul>

На основі SWOT-аналізу розробимо альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок.

Визначені альтернативи аналізуватимемо з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

## Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Додавання додаткового функціоналу за певну плату	Ресурси – час, гроші та люди, наявні	5-6 місяців
2	Реклама	Залучення власних коштів для реклами товару	2-3 місяці
3	Зменшення витрат на розробку завдяки використанню безкоштовних рішень	Наявні	3-4 тижні

Обрана альтернатива: Зменшення витрат на розробку завдяки використанню безкоштовних рішень.

## 5.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Для початку опишемо цільові групи потенційних споживачів.

Таблиця 5.14

## Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Батьки	Висока зацікавленість	Попит середній – вище середнього	Середня	Середня складність
2	Викладачі	Середня зацікавленість	Попит середній	Відсутність на початку, подальше збільшення	Складність вище середнього
Обидві групи вибрані як цільові так, як простота входу у сегмент з групою 1 простіша в реалізації і, в той же час, група 2 може надати додаткову рекламу продукту та, в перспективі, можливе введення додаткового функціоналу за окрему плату для групи 2.					

Для роботи в обраних сегментах ринку сформуємо базову стратегію розвитку та стратегію конкурентної поведінки.

Таблиця 5.15

Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Надання функціональності що відсутня у товарів-замінників, підтримка додатку, зворотній зв'язок з клієнтами	Проведення реклами, співпраця з іншими рішеннями у цій сфері, розширення функціональних можливостей системи	Ефективна реклама та співпраця з посередниками, відмітний функціонал рішення	Стратегія диференціації

Таблиця 5.16

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, які?	Стратегія конкурентної поведінки
Ні	Так	Компанія буде копіювати лише основні функції, але із подальшим вдосконаленням	Стратегія заняття конкурентної ніші

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап компанії) та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробимо стратегію позиціонування, що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 5.17

## Визначення стратегії похиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту
1	Точність розпізнавання природної мови та перекладу, безкоштовність, наявність можливості розширювати словник та додатково тренувати уже вивчені слова	Стратегія диференціації	Якісні та кількісні показники розпізнавання, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, навчальна система	Точність Можливість займатися в дому Можливість розширювати словник

На основі даних, описаних вище можна зробити висновок, що розвиватися треба в напрямку ключових функцій, а саме: точності розпізнавання та перекладу і можливостях займатися вдома та розширення словнику.

## 5.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 5.18 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.18

## Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Переклад з природної мови на мову жестів	Висока точність розпізнавання та перекладу	Наявність української мови жестів Точність перекладу

Продовження таблиці 5.18

2	Зрозумілість та зручність	Естетично приємний дизайн, інтуїтивний інтерфейс	Проведено аналіз існуючих рішень, виділені недоліки в інтерфейсах користувача і вирішення цих проблем у власному додатку
3	Зберігання та розширення словнику	Допомагає додавати власні слова та фрази, а також повертатися до них пізніше	Функціонал ширший ніж у конкурентів

Розробимо трирівневу маркетингову модель товару: уточнимо ідею продукту, його складові, особливості процесу його надання.

Таблиця 5.19

## Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
1. Товар за задумом	Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху		
2. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх/Тл/Е/Ор
	Зручність використання	-	Висока
	Наявність української мови жестів	-	Так
	Кількість мов підтримки	Шт.	1
	Вартість	Грн	0
	Наявність розширюваності	-	Наявна
	Програма пройшла тестування та повністю відповідає визначеним головним вимогам ринку.		
	Доступна за адресою в мережі Інтернет		
	Марка: Pingwin, назва: Перекладач		
3. Товар із підкріпленням	До продажу: наявна повна документація, акції на придбання декількох ліцензій		
	Після продажу: підтримка з боку розробника та адміністраторів сайту		
Проект буде захищено від копіювання реєстрацією назви програми, створення заявки на отримання патенту на винахід, щоб уберегти алгоритм роботи від копіювання			

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар, яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субституту, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 20). Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 5.20

Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
Замінники відсутні	Більшість аналогів безкоштовні, з платним додатковим функціоналом в районі 200-500 грн.	Нижче середнього Середні Вище середнього	На даний момент додаток повністю безкоштовний для користувачів

Наступним кроком визначимо оптимальну систем збуту, в межах якого приймається рішення.

Таблиця 5.21

Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
Придбання реклами на сайті	Електронний вигляд. Доступ для купівлі через специфічні платформи Google Adwords та аналоги	Виробник-споживач	Офіційний сайт виробника із сторінкою прайсингу та придбання

Розробимо концепцію маркетингових комунікацій

## Концепція маркетингових комунікацій

№	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Немає	Лінія зворотного зв'язку на сайті, онлайн-чат, електронна пошта (неформальні)	Якість послуги Доступність та коректність інформації, що надається	Поширення інформації про рішення, його функціонал та переваги перед конкурентами	Звернення засноване на виділені якісних характеристик розробки

## 5.6. Висновки до розділу

Під час аналізу було виявлено, що ринок на даний момент зростає, наявний попит на системи такого плану та відносно невеликий рівень конкуренції та майже відсутні обмеження для входу на ринок. Враховуючи ці фактори можна зробити висновок, що на даний момент існує можливість ринкової комерціалізації проекту.

На даний момент існує декілька схожих рішень, але жодне із них не є монополістом на ринку. Так, як проект має переваги над уже існуючими системами, ринок для входження стартап-продукту є привабливим.

Альтернативним варіантом впровадження є розробка специфічного функціоналу за додаткові кошти.

Проаналізувавши фактори, можна дійти до висновку, що подальша реалізація проекту є доцільною.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської дисертації було розглянуто проблему спілкування дітей з вадами слуху. Проведений аналіз підходів та досліджень в сфері навчання та комунікації. На основі отриманих даних була поставлена задача.

Проведено аналіз методів розпізнавання природної мови та існуючих рішень на різних платформах. Сформовано вимоги до системи та проаналізовано існуючі рішення на предмет відповідності цим вимогам.

Також обрані підходи та технології до розробки системи, розроблена структура бази даних і на основі цих результатів складено вимоги до серверної та клієнтської частин додатку.

Показано результати роботи програми та створено керівництво користувачам із ролями «Учитель» та «Учень», базуючись на них.

Розроблений програмний продукт дозволяє учню покращити навички та спростити процес спілкування дітей з вадами слуху та їх батьків вдома. Також учитель отримує додатковий інструмент для контролювання процесу комунікації дітей з вадами слуху. Система відповідає усім поставленим вимогам.

Проведено аналіз ринку та можливостей виходу даного проекту на цей ринок. Виявлено, що існують перспективи виходу на ринок та існує доцільність подальшого розвитку проекту. Також розроблені ринкова стратегія та маркетингова програма стартап-проекту.



## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Басова Антоніна Гаврилівна. История сурдопедагогики / А.Г. Басова. – Москва: Вид-во «Просвещение», 1984. – С. 24-30
2. BILINGUALISM AND THE EDUCATION OF DEAF CHILDREN [Електронний ресурс]: веб-сторінка. – Режим доступу <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/000000306.htm>.
3. Modern Teaching Techniques for Deaf and Hard of Hearing Students [Електронний ресурс]: веб-сторінка. – Режим доступу <https://online.sju.edu/graduate/masters-special-education/resources/articles/modern-teaching-techniques-for-deaf-students>.
4. Vipul C. Rajyaguru Different Methods Used In Voice Recognition Techniques / Vipul C. Rajyaguru // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) – 2016. - №7. – С. 699 – 702
5. Blind signal separation [Електронний ресурс]: веб-сторінка онлайн довідника Вікіпедія . – Режим доступу [https://en.wikipedia.org/wiki/Blind\\_signal\\_separation](https://en.wikipedia.org/wiki/Blind_signal_separation).
6. Генча М.Е. Підходи до виокремлення особливостей мовлення / М.Е. Генча, О.І. Лісовиченко// Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення – 2018. - №33. – С. 21 – 25
7. Blind signal separation [Електронний ресурс]: веб-сторінка. – Режим доступу [https://en.wikipedia.org/wiki/Blind\\_signal\\_separation](https://en.wikipedia.org/wiki/Blind_signal_separation).
8. Mel scale [Електронний ресурс]: веб-сторінка онлайн довідника Вікіпедія . – Режим доступу [https://en.wikipedia.org/wiki/Mel\\_scale](https://en.wikipedia.org/wiki/Mel_scale).
9. Filter Bank [Електронний ресурс]: веб-сторінка онлайн довідника Вікіпедія . – Режим доступу [https://en.wikipedia.org/wiki/Filter\\_bank](https://en.wikipedia.org/wiki/Filter_bank).
10. 5 Benefits of a 3-Tier Architecture [Електронний ресурс]: веб-сторінка. / Izenda, Inc // – 2016 – Режим доступу <https://www.izenda.com/blog/5-benefits-3-tier-architecture/>.
11. RESTful API [Електронний ресурс]: веб-сторінка. / Mary Rouse // – 2016 – Режим доступу <https://searchmicroservices.techtarget.com/definition/RESTful-API>.

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

### Стаття

*Генча Максим Едуардович, студент,  
НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, м. Київ  
Лісовиченко Олег Іванович, кандидат технічних наук, доцент  
НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, м. Київ  
Кафедра технічної кібернетики, доцент*

## **ПІДХОДИ ДО ВИОКРЕМЛЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОВЛЕННЯ**

### **Вступ**

Питання розпізнавання звуків та природньо мови досліджується уже довгий час. Існують різні підходи до його вирішення. Дуже часто вони оптимізуються, поєднуються для того, щоб поліпшити продуктивність розпізнання або для того щоб усунути якусь проблему.

У разі віддаленого розпізнавання мовлення продуктивність системи різко зменшується через вплив відбивання (ехо). Щоб вирішити цю проблему, було проведено багато досліджень з виявлення функцій, адаптації моделей та декодування. Розглянемо метод, що базується на виокремленні особливостей.

Варто зауважити, що існує не один підхід до виокремлення особливостей, кожен із них має свої переваги та недоліки.

Кепстер частоти мелів (КЧМ) – це метод, який досить широко використовується. Однак оскільки простір особливостей КЧМ, отриманий з використанням дискретного косинусоїдального перетворення (ДКП), безпосередньо не залежить від мовних даних, спостережуваний сигнал із шумом не показує хорошої продуктивності без використання методів подавлення шуму.

У статтях [1] метод підпростору на основі аналізу основних компонент (АОК) був застосований до мовних сигналів у часовій області для посилення гучності мовлення, а кепстральні особливості з посиленої мови показали стійкість у розпізнаванні зашумленого мовлення. Метод аналізу незалежних компонент було застосовано до мовних даних у часі або часово-частотному домені і це дало хороші результати у завданнях з розпізнавання фонем. Дискримінантний аналіз, який був застосований до мовних даних у частотно-

часовій області, показав кращу продуктивність, ніж комбіновані лінійні дискримінанти у тимчасовій та спектральній областях при безперервному розпізнаванні цифр.

### Аналіз предметної області

Ефективність цих підпросторових методів була підтверджена при розпізнаванні мови та експериментах по покращенню розпізнавання мови, однак залишається важко визначити спостережувану мову в середовищах з ехо. Якщо імпульсна реакція приміщення довша за довжину короткочасного дискретного перетворення Фур'є, ефекти реверберації (ехо) є як адитивним, так і мультиплікативними в області домену спектру. Отже, стає важко оцінити реверберативні ефекти в часовій або частотній області. Аналіз основних компонент було застосовано до мовних сигналів у домені логарифмічного мелочастотного фільтра, і цей підхід показав стійкість у викривленні розпізнавання мови. Як бачимо, кожен метод має певну область застосування, тому доцільніше використовувати інтегрований, або комбінований метод для отримання більшої точності.

Цей метод відрізняється від звичайних тим, що запропонований спосіб спробує об'єднати фонемну інформацію в множині особливостей. АОК застосовується для оцінки підмножин фонем, які вибираються на основі принципу "Мінімальна довжина опису". Далі за допомогою дискримінантного аналізу або аналізу незалежних компонент виконується інтеграція цих підмножин фонем. Вектори функцій мовлення отримуються шляхом перетворення функцій лінійно за допомогою матриці перетворення з інваріантністю часу, сформованої даним методом.

На рис. 1 – зображена блок-схема, яка ілюструє метод вилучення

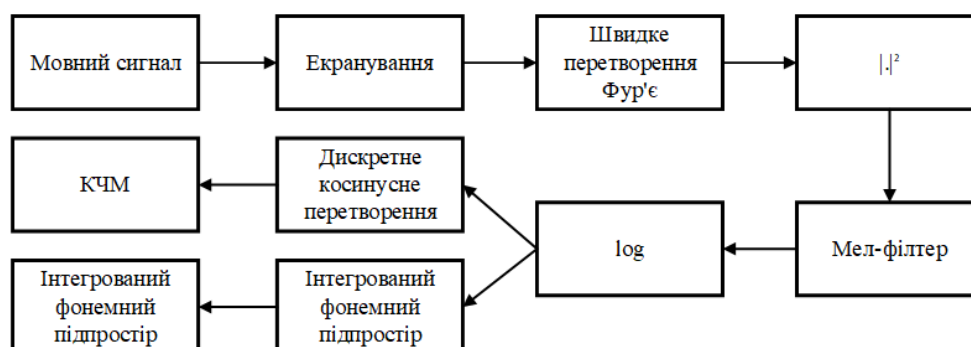


Рис. 1 блок-схема методу вилучення особливостей

особливостей КЧМ та запропоновану функцію мовлення. Функція одержується шляхом застосування перетворення інтегрованого фонемного підпростору (ІФП) замість дискретного косинусного перетворення в області логарифмічного мелочастотного фільтра.

Перетворення інтегрованого фонемного підпростору складається з двох перетворень: проекції на підмножини фонем і інтеграцію підмножин фонем, як показано на рис. 2. Ці два перетворення ведуться шляхом множення вектора ознак матрицями лінійного перетворення.

Для оцінки матриці перетворення ІФП використовуються коефіцієнти логарифмічного мел-частотного фільтруючого банку. Як показано на рис. 2 мовні сигнали попередньо підсилюються, використовуючи фільтр першого порядку, а потім мовних сигналів сегментований у серію кадрів, причому кожен кадр екранований вікном Хеммінга. Далі, застосовуючи швидке перетворення Фур'є до кожного кадру, отримують спектр потужності часових рядів. Спектри потужності фільтруються, використовуючи мел-частотний фільтр, центральна частота якого розташована в діаметрі шкали, а коефіцієнти зважені, відповідно до трикутної форми.

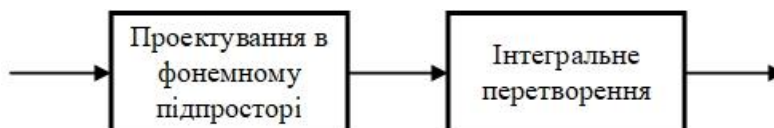


Рис.2. Перетворення інтегрованого фонемного підпростору

Визначення розміру для кожного фонемного підпростору,  $Q^i$ , вимагає використання критерію скорочення. У [1] критерій мінімальної довжини опису (MDL – minimum description length) був застосований до проблеми вибору підпростору у випадку зашумленого мовлення. Якщо припустити, що надмірністю чистої мови є додатковий Гауссівський білий шум, то в логарифмічному просторі, критерій мінімальної довжини опису може бути застосований до чистих мовних даних таким чином:

$$MDL(q) = -\ln \left\{ \frac{\prod_{k=q+1}^{D_x} \lambda_k^{1/(D_x-q)}}{(1/(D_x-q)) \sum_{k=q+1}^{D_x} \lambda_k} \right\}^{(D_x-qN_x)} + M \left( \frac{1}{2} + \ln(y) \right) - \frac{M}{q} \sum_{k=1}^q \ln(\lambda_k \sqrt{\frac{2}{N_x}}) \quad (1)$$

, де  $q$ ,  $y$  і  $M = (qD_x - q^2/2 + q/2 + 1)$  є параметрами простору, селективністю MDL та вільним параметром, відповідно;  $\lambda_k$  - власний вектор,  $D_x$  - просторовий вектор. Дані параметри забезпечують консистентну та автоматичну оцінку фонемного підпростору.

Аналіз незалежних компонент (АНК) - це метод розділення взаємно незалежних вихідних сигналів від змішаних сигналів. АНК використовується як функцій вилучення та розпізнавання фонем, і має гарну продуктивність розпізнавання.

Зформована модель АНК є лінійною,

$$x = As \quad (2)$$

де,  $x$  – вектор даних, за якими ведеться спостереження,  $A$  – матриця змішування,  $s$  – вхідний вектор. Припускаючи, що лише компоненти вхідного вектора взаємно незалежні, незмішуюча матриця  $W$  (в ідеалі це матриця, обернена до  $A$ ) та незалежні компоненти  $s$  оцінюються наступним чином.

$$s = Wx \quad (3)$$

Незмішуюча матриця  $W$  оцінюється шляхом максимізації статистичної незалежності оціночних компонентів. Статистична незалежність зазвичай представлена негентропією або крутизною, що є напівінваріантом четвертого порядку, і максимізація статистичної незалежності реалізується в градієнтному алгоритмі або алгоритмі з фіксованою точкою.

Розглянемо алгоритм швидкого АНК, який базується на ітераціях з фіксованою точкою, яка максимізує негентропію. Алгоритм для пошуку одного  $w$ , який виділяє один незалежний компонент, виглядає наступним чином:

1. Центруйте дані, щоб зробити його середнім нулем.

2. Очистіть данні для отримання  $z$ .
3. Виберіть початковий (частіше випадковий) вектор  $w$  одиничної норми.
4. Припустимо, що  $w = \frac{E\{zg(w^T z)\} - E\{g^l(w^T x)\}w}{\|w\|}$  (4) де  $g$  функція, яка дає наближення негентропії.
5.  $w = \frac{w}{\|w\|}$  (5).
6. Якщо дані не сходяться, поверніться до кроку (4).

Для оцінки більш незалежних компонентів слід використовувати різні види декореляційних схем.

### Дослідження

Для дослідження було використано записи ізольованих слів, зроблені із високим та низьким рівнем шуму. Для порівняння було використано 6 методів: КЧМ, аналіз основних компонент, АНК, дискримінантний аналіз та інтегрованого фонемного підпростору з використанням аналізу основних компонент та інтегрованого фонемного підпростору з використанням АНК.

В таблиці показана отримана точність розпізнавання. Точність розпізнавання - це середнє значення для 10 мовців. Результати можна побачити в таблиці 1. Функції на основі АНК відносяться до середніх трьох експериментальних результатів для різних початкових значень  $w$ . Стандартні відхилення становили 0,25 (для чистого чистий), 0,67 (ревербація 380 мс) та 1,01 (ревербація 600 мс) у випадку АНК, а 0,2, 0,9 та 3,0 - у випадку інтегрованого фонемного підпростору з використанням АНК, відповідно. Оскільки час ревербації продовжується, стандартне відхилення збільшується.

Таблиця 1. Результати виконання експерименту

	Чистий звук	Ревербація 380 мс	Ревербація 600 мс
MFCC	95,4	69,6	46,4
аналіз основних компонент	96,9	77,6	49,7
АНК	96,2	76,7	49,8
Дискримінантний аналіз	96,3	75,1	49,4



інтегрованого фонемного підпростору з аналізом основних компонент	96,9	77,9	51,6
інтегрованого фонемного підпростору з АНК	96	77,7	51,2

КЧМ показує найгіршу продуктивність за будь-яких умов. Методи АНК показують найвищу точність розпізнавання (96,9) в чистих умовах. У реверберативних умовах точність розпізнавання помітно зменшується. Проте запропоновані методи показують кращі результати, ніж звичайні методи.

Методи на основі АНК в цілому показують нижчу продуктивність, ніж методи виділення основних характеристик, особливо в умовах чистоти.

### Висновки

Під час проведення дослідження було розглянуто різні методи виокремлення особливостей для розпізнавання звуку, а саме метод КЧМ, аналізу основних компонент, АНК, дискримінантного аналіз та інтегрованого фонемного підпростору з використанням аналізу основних компонент та інтегрованого фонемного підпростору з використанням АНК.

Експеримент проводився з використанням тестових даних, які були в різній мірі зашумлені. Після аналізу експерименту було виявлено, що найменшу ефективність має метод КЧМ, а найбільшу – інтегровані методи, тобто методи в яких поєднуються різні підходи. В даному випадку методи інтегрованого фонемного підпростору з різними модифікаціями показали кращу точність, ніж інші підходи, які брали участь в експерименті.

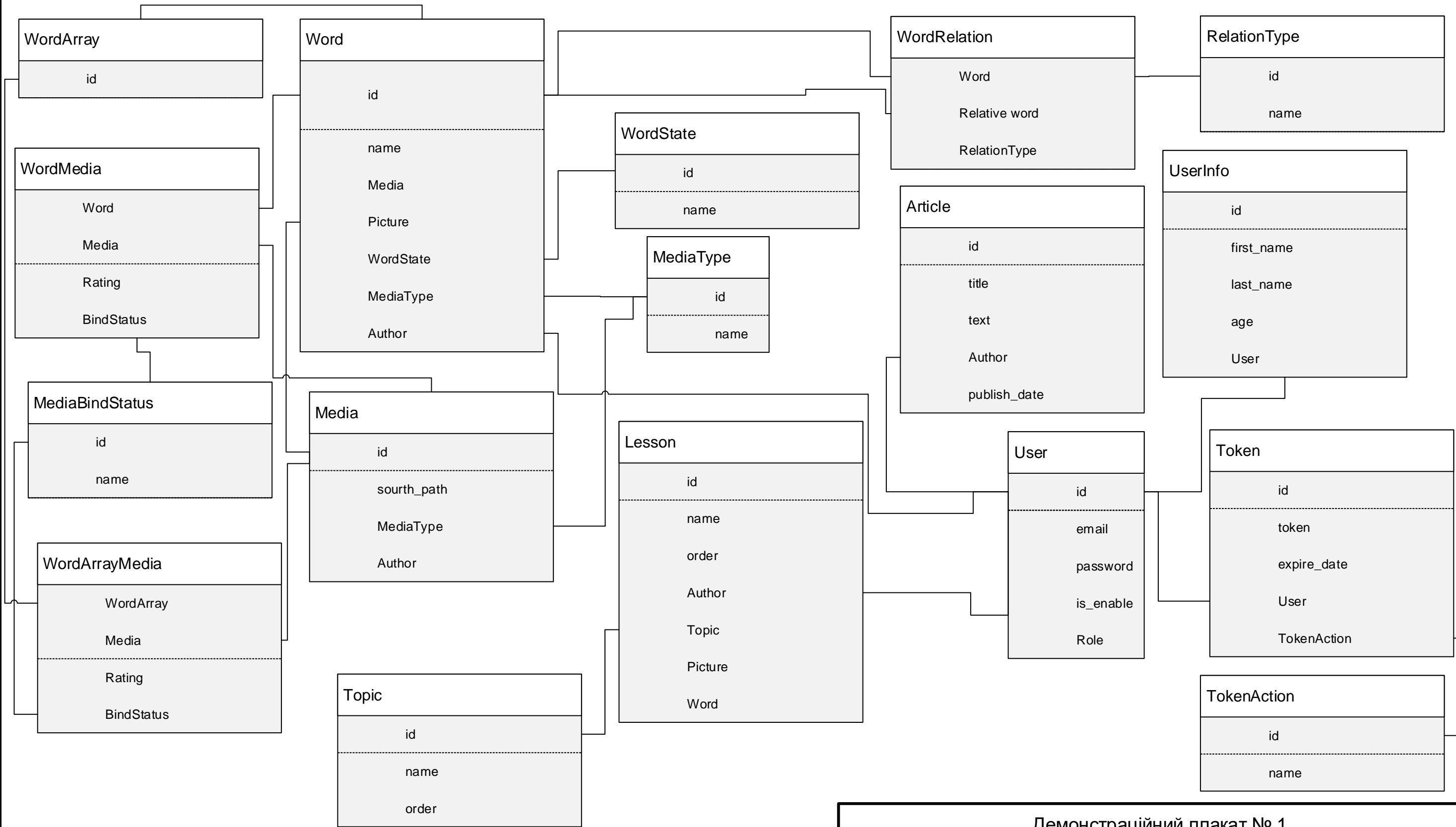
### Список використаних джерел та літератури

1. Ветер Р, Віраг Н, Реневі П, Весін Дж. : **Single channel speech enhancement using principal component analysis and MDL subspace selection.** *6-та Європейська конференція по технологіях мовлення (Eurospeech '99), Вересень 1999, Будапешт, Угорщина* 2411-2414.
2. Гермус К, Вамбакт П, Ван Хем Х. : **A review of signal subspace speech enhancement and its application to noise robust speech recognition.** *EURASIP Журнал в передовій обробці сигналів* 2007, Article ID 45821 15 ст. **2007**

## ДОДАТОК Б

### Діаграма зв'язків між сутностями

# Діаграма зв'язків між сутностями



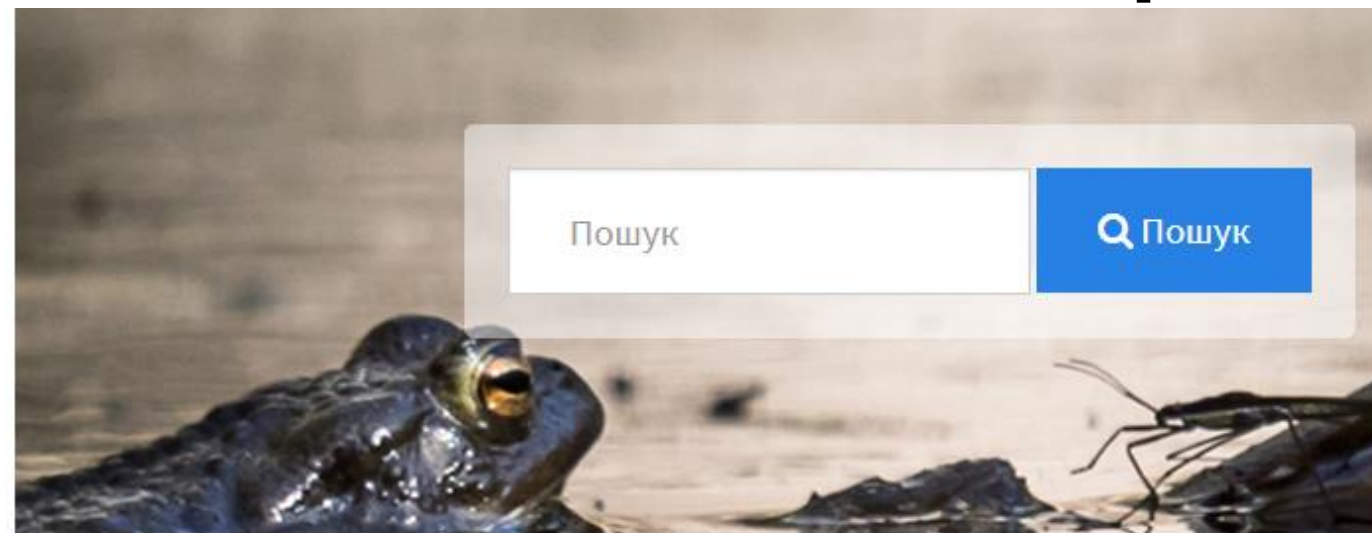
Демонстраційний плакат № 1  
до магістерської дисертації на тему  
„Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху”

Розробив: Генча М.Е.  
Прийняв: Лісовиченко О.І.

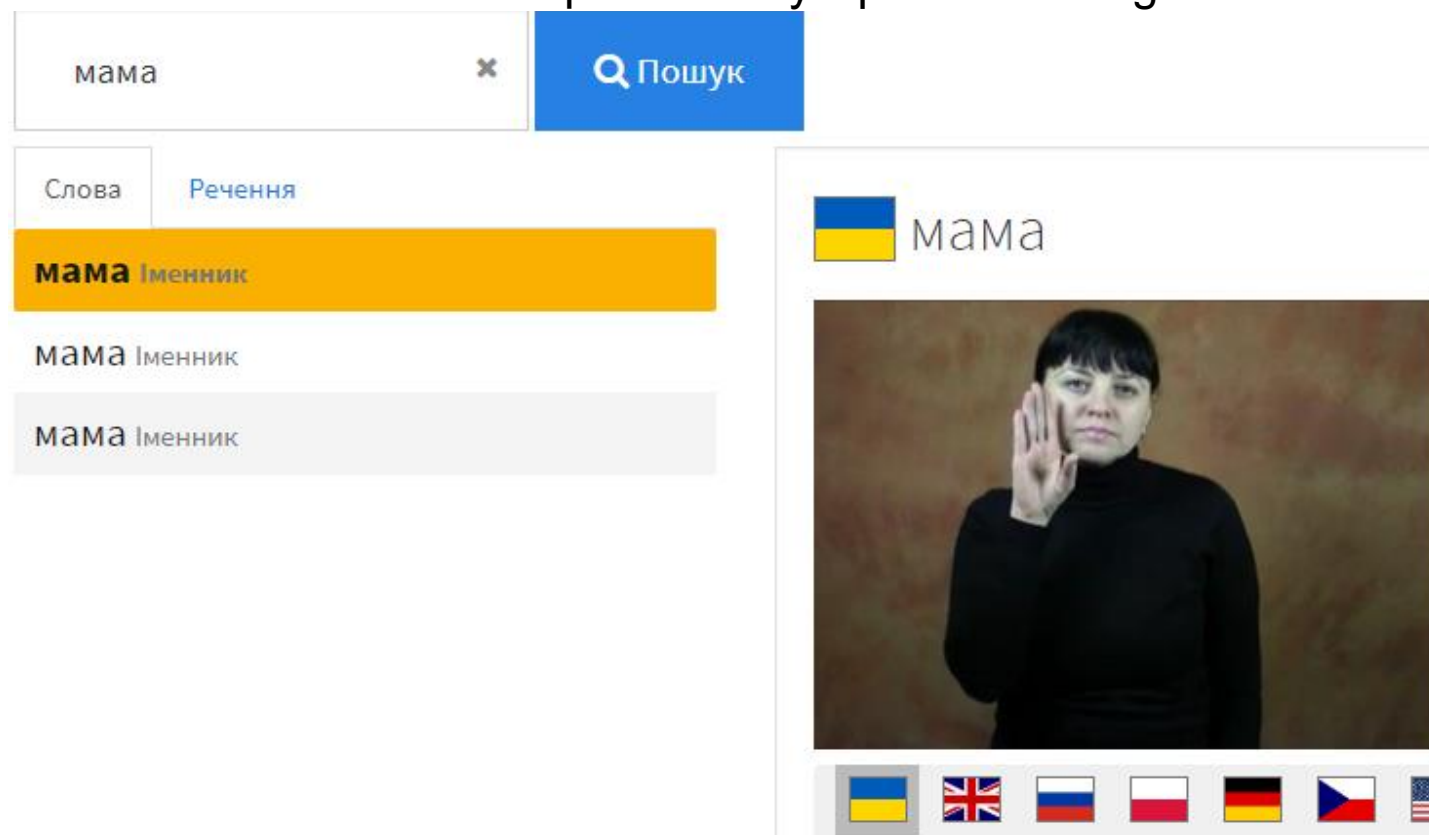
ДОДАТОК В

Скріншоти роботи існуючих рішень

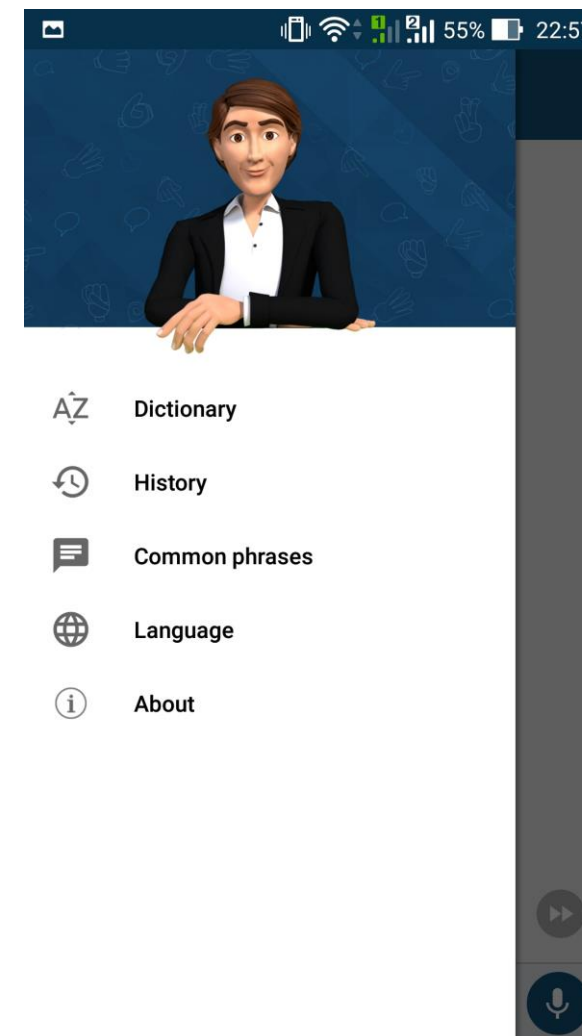
# Скріншоти роботи існуючих рішень



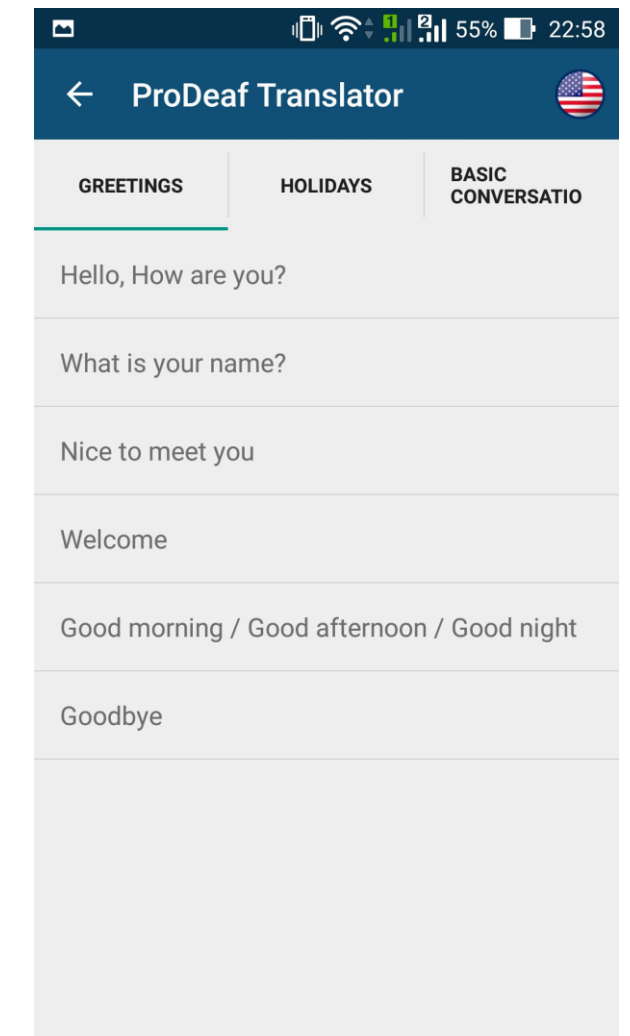
Головна сторінка сайту Spread The Sign



Словник на сайті Spread The Sign



Головне меню додатку ProDeaf Translator



Розмовник додатку ProDeaf translator

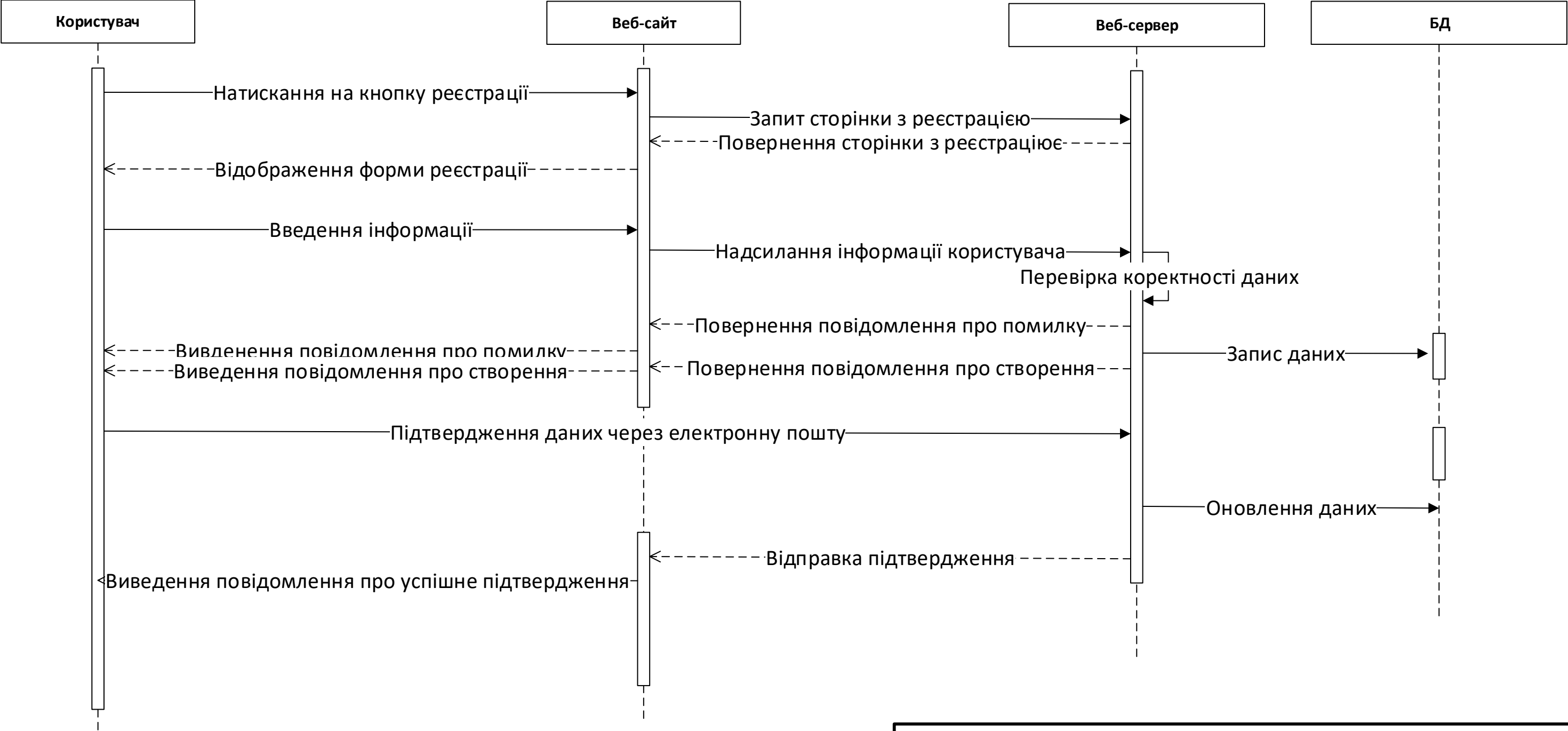
Демонстраційний плакат № 2  
до магістерської дисертації на тему  
„Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху”

Розробив: Генча М.Е.  
Прийняв: Лісовиченко О.І.

## ДОДАТОК Г

### Діаграма послідовностей процесу реєстрації

# Діаграма послідовностей процесу реєстрації



Демонстраційний плакат № 3  
до магістерської дисертації на тему  
„Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху”

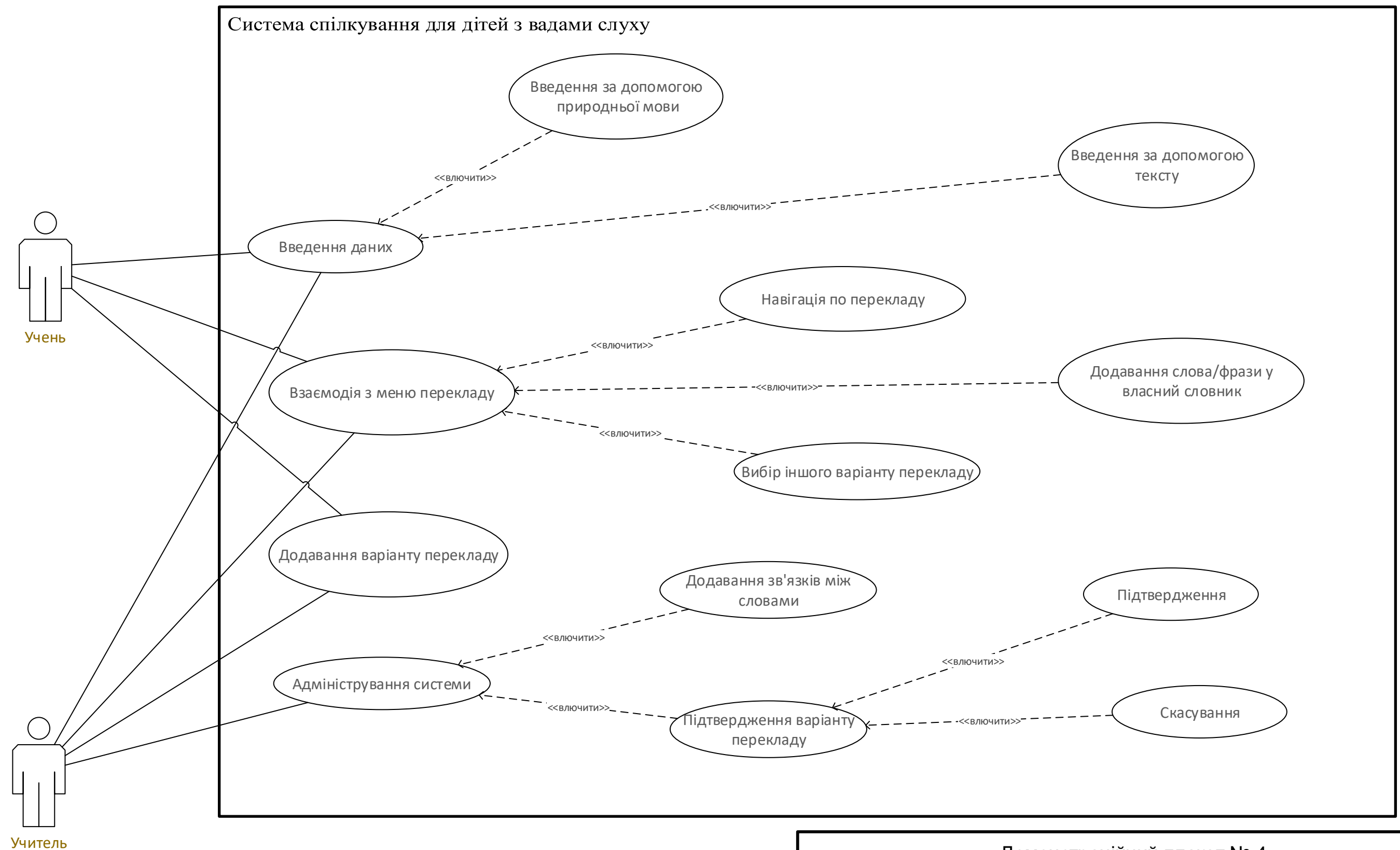
Розробив: Генча М.Е.  
Прийняв: Лісовиченко О.І.

## ДОДАТОК Г

Діаграма прецедентів роботи з системою



# Діаграма прецедентів роботи з системою



Демонстраційний плакат № 4  
до магістерської дисертації на тему  
„Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху”

Розробив: Генча М.Е.  
Прийняв: Лісовиченко О.І.

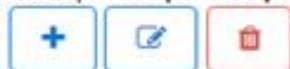
## ДОДАТОК Д

### Скріншоти процесу роботи із словником

# Скріншоти процесу роботи із СЛОВНИКОМ

Абетка

Тема уроку: Абетка  
Автор: Петро Петренко



► А

► Б

► В

Сторінка із інформацією про слова, що присутні в словнику

Профіль

Перегляд  
матеріалів

Створення статті

Теми Уроки Слова

► Абетка

► Говоріння

► Письмо

► Мова

► Привітання

► Вирази

► Цифри

► Операції

Перегляд слів, групованих за уроками

Теми

Уроки

Слова

▼ Абетка

Тема уроку: Абетка  
Автор: Петро Петренко



Видалити урок



Меню редагування слова

Теми Уроки Слова

▼ А

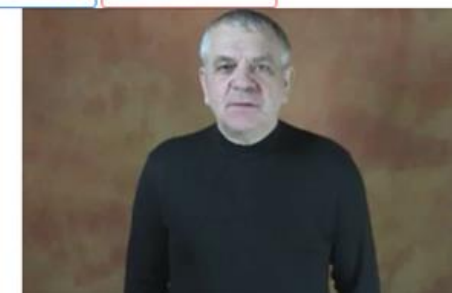
Прив'язати слово до теми

Редагувати слово

Видалити слово



А



0:00 / 0:03

► Б

Розширене меню слова

Демонстраційний плакат № 5  
до магістерської дисертації на тему  
„Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху”

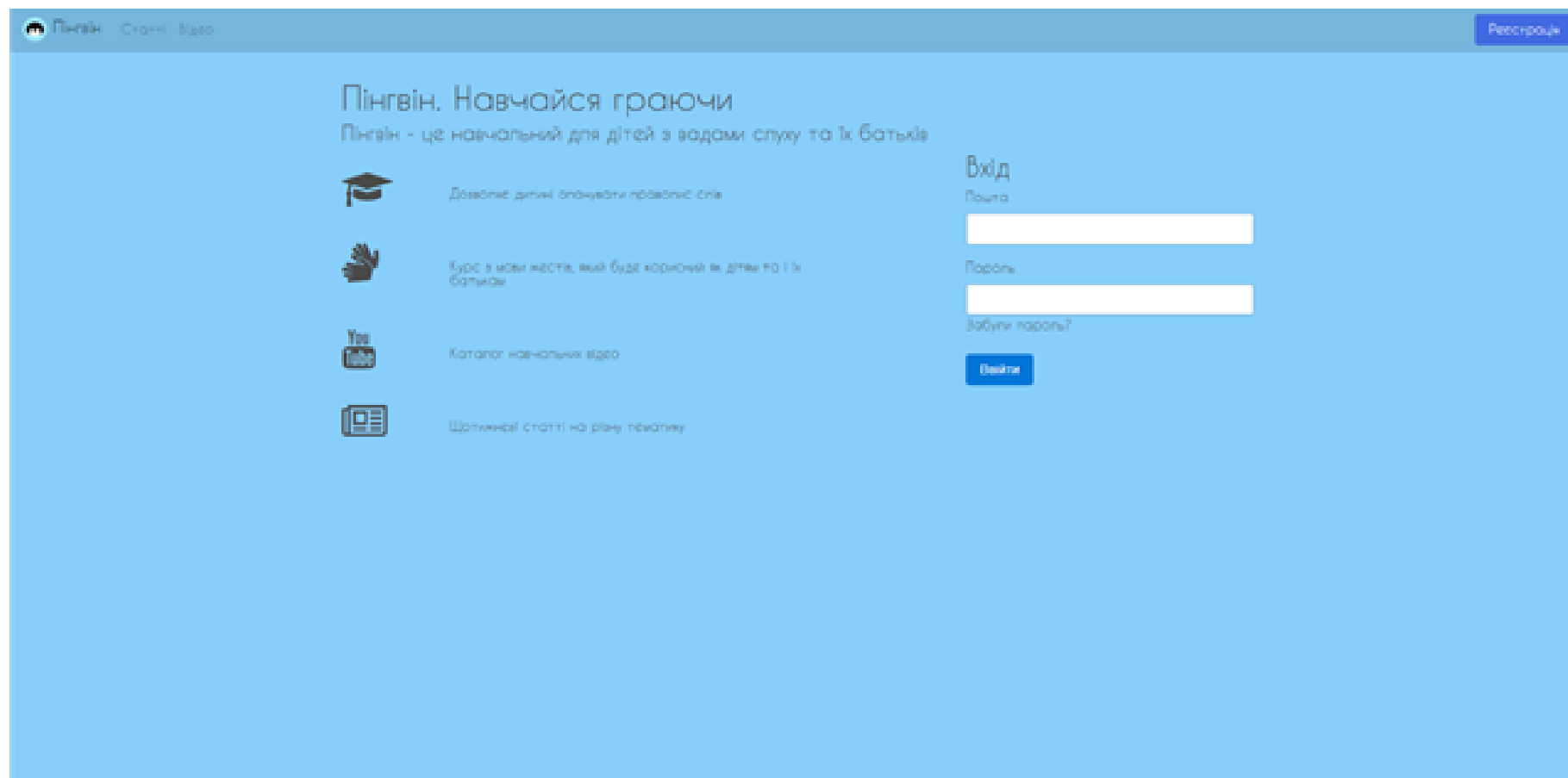
Розробив: Генча М.Е.

Прийняв: Лісовиченко О.І.

## ДОДАТОК Е

Скріншоти процесу входу в систему

# Скріншоти процесу входу в систему



Головна сторінка системи

Поле про введення логіну і паролю

Повідомлення про невірно введенні логін або пароль

Повідомлення про неправильний формат вхідних даних

Демонстраційний плакат № 6  
до магістерської дисертації на тему  
„Адаптивна система спілкування для дітей з вадами слуху”

Розробив: Генча М.Е.  
Прийняв: Лісовиченко О.І.